

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

УТВЕРЖДАЮ

Директор/Декан
института механики и энергетики
Аникуев Сергей Викторович

«__» _____ 20__ г.

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.06 Переходные процессы в электроэнергетических системах

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Системы электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства и их объектов

бакалавр

очная

1. Цель дисциплины

Целью освоения дисциплины "Переходные процессы в электроэнергетических системах" является освоение компетенций по расчёту и анализу электромагнитных переходных процессов в электроэнергетических системах, которые позволят студентам успешно решать теоретические и практические задачи в профессиональной деятельности, связанной с проектированием, испытаниями и эксплуатацией электрических сетей.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций ОП ВО и овладение следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1 Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки по отдельным темам научных исследований	ПК-1.1 Осуществление проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований соответствующей области знаний	знает цели и задачи проводимых исследований и разработок умеет применять нормативную документацию в соответствующей области знаний владеет навыками Навыками сбора, обработки, анализа и обобщения передового отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований
ПК-1 Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки по отдельным темам научных исследований	ПК-1.2 Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок соответствующей области знаний	знает Отечественный и международный опыт в соответствующей области исследований умеет применять методы проведения экспериментов владеет навыками навыками проведения экспериментов в соответствии с установленными полномочиями
ПК-1 Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки по отдельным темам научных исследований	ПК-1.3 Подготовка элементов документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ в соответствующей области знаний	знает методы и средства планирования и организации научных исследований и опытно-конструкторских разработок умеет оформлять проекты календарных планов и программ проведения отдельных элементов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ владеет навыками Навыками разработки проектов календарных планов и программ проведения отдельных элементов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ
ПК-2 Способен участвовать в разработке проекта и/или части проекта системы электроснабжения	ПК-2.1 Предпроектное обследование объекта капитального строительства, для которого предназначена	знает особенности переходных процессов при различных схемах систем электроснабжения объектов капитального строительства

объектов ПД	система электроснабжения	<p>умеет Осуществлять сбор, обработку и анализ справочной и реферативной информации по объекту капитального строительства, для которого предназначена система электроснабжения</p> <p>владеет навыками Навыками подготовки материалов для отчета по результатам обследования объекта капитального строительства, для которого предназначена система электроснабжения</p>
ПК-2 Способен участвовать в разработке проекта и/или части проекта системы электроснабжения объектов ПД	ПК-2.2 Подготовка к выпуску проектной документации системы электроснабжения объектов капитального строительства	<p>знает методики расчета переходных процессов для целей проектирования системы электроснабжения объекта капитального строительства</p> <p>умеет выполнять расчеты для разработки комплекта конструкторской документации для отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования системы электроснабжения объектов капитального строительства</p> <p>владеет навыками навыками выбора оборудования для отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования системы электроснабжения объектов капитального строительства</p>
ПК-2 Способен участвовать в разработке проекта и/или части проекта системы электроснабжения объектов ПД	ПК-2.3 Разработка концепции системы электроснабжения объекта ПД	<p>знает правила проектирования системы электроснабжения объекта капитального строительства</p> <p>умеет проводить технико-экономическое сравнение вариантов реализации систем электроснабжения</p> <p>владеет навыками навыками реализации технико-экономического сравнения вариантов реализации систем электроснабжения</p>
ПК-2 Способен участвовать в разработке проекта и/или части проекта системы электроснабжения объектов ПД	ПК-2.4 Разработка проектной и рабочей документации проекта системы электроснабжения объектов ПД	<p>знает Типовые проектные решения системы электроснабжения объекта капитального строительства</p> <p>умеет составлять и рассчитывать параметры схем замещения</p> <p>владеет навыками Разработка пояснительной записки на различных стадиях проектирования системы электроснабжения объектов капитального строительства</p>

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Переходные процессы в электроэнергетических системах» является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений программы.

Изучение дисциплины осуществляется в бсеместре(-ах).

Для освоения дисциплины «Переходные процессы в электроэнергетических системах» студенты используют знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения дисциплин:

Автоматика

Моделирование в электроэнергетике

Реконструкция электрических сетей

Электроснабжение

Научно-исследовательская практика

Математические задачи электроэнергетики

Технико-экономические расчеты в энергетике Научно-исследовательская практика

Автоматика

Моделирование в электроэнергетике

Реконструкция электрических сетей

Электроснабжение

Научно-исследовательская практика

Математические задачи электроэнергетики

Технико-экономические расчеты в энергетике Электроснабжение

Автоматика

Моделирование в электроэнергетике

Реконструкция электрических сетей

Электроснабжение

Научно-исследовательская практика

Математические задачи электроэнергетики

Технико-экономические расчеты в энергетике Реконструкция электрических сетей

Автоматика

Моделирование в электроэнергетике

Реконструкция электрических сетей

Электроснабжение

Научно-исследовательская практика

Математические задачи электроэнергетики

Технико-экономические расчеты в энергетике Введение в профессиональную деятельность

Автоматика

Моделирование в электроэнергетике

Реконструкция электрических сетей

Электроснабжение

Научно-исследовательская практика

Математические задачи электроэнергетики

Технико-экономические расчеты в энергетике Моделирование в электроэнергетике

Автоматика

Моделирование в электроэнергетике

Реконструкция электрических сетей

Электроснабжение

Научно-исследовательская практика

Математические задачи электроэнергетики

Технико-экономические расчеты в энергетике Автоматика

Автоматика

Моделирование в электроэнергетике

Реконструкция электрических сетей

Электроснабжение

Научно-исследовательская практика

Математические задачи электроэнергетики

Технико-экономические расчеты в энергетике Технико-экономические расчеты в энергетике

Автоматика
 Моделирование в электроэнергетике
 Реконструкция электрических сетей
 Электроснабжение
 Научно-исследовательская практика
 Математические задачи электроэнергетики
 Техничко-экономические расчеты в энергетике Моделирование в электроэнергетики
 Освоение дисциплины «Переходные процессы в электроэнергетических системах» является
 необходимой основой для последующего изучения следующих дисциплин:
 Преддипломная практика
 Основы эксплуатации электрооборудования систем электроснабжения
 Режимы работы электрооборудования систем электроснабжения
 Техника высоких напряжений
 Ремонт электрооборудования
 Потери и хищение электроэнергии в электрических сетях
 Надежность электроснабжения
 Автономные системы электроснабжения
 Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
 Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
 Организация и управление электросетевыми предприятиями
 Энергосбережение
 Энергосбытовая деятельность
 Проектирование и конструирование электроустановок систем электроснабжения

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу с обучающимися с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины «Переходные процессы в электроэнергетических системах» в соответствии с рабочим учебным планом и ее распределение по видам работ представлены ниже.

Семестр	Трудоемкость час/з.е.	Контактная работа с преподавателем, час			Самостоятельная работа, час	Контроль, час	Форма промежуточной аттестации (форма контроля)
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия			
6	180/5	36		36	72	36	Эк
в т.ч. часов: в интерактивной форме		4		4			
практической подготовки		36		36	72		

Семестр	Трудоемкость час/з.е.	Внеаудиторная контактная работа с преподавателем, час/чел					
		Курсовая работа	Курсовой проект	Зачет	Дифференцированный зачет	Консультации перед экзаменом	Экзамен
6	180/5	2					0.25

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№	Наименование раздела/темы	Семестр	Количество часов					Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Оценочное средство проверки результатов достижения индикаторов компетенций	Код индикаторов достижения компетенций	
			всего	Лекции	Семинарские занятия		Самостоятельная работа				
					Практические	Лабораторные					
1.	1 раздел. Переходные процессы в электроэнергетических системах										
1.1.	Основные понятия и определения	6	2	2			6	КТ 1	Устный опрос	ПК-1.1	
1.2.	Переходный процесс в электроэнергетической системе при трёхфазном коротком замыкании	6	18	10		8	16	КТ 1	Устный опрос, Задачи	ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-2.2	
1.3.	Электромагнитные переходные процессы при нарушении симметрии трехфазной цепи	6	34	14		20	20	КТ 2	Устный опрос, Задачи	ПК-1.3, ПК-2.3, ПК-2.4	
1.4.	Переходный процесс при замыканиях в распределительных сетях и системах электроснабжения	6	8	4		4	14	КТ 2	Устный опрос, Задачи	ПК-2.1, ПК-2.2	
1.5.	Начальный момент внезапного нарушения режима	6	10	6		4	16	КТ 3	Устный опрос, Задачи	ПК-1.3	
1.6.	Экзамен	6								ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4	
	Промежуточная аттестация		Эк								
	Итого		180	36		36	72				
	Итого		180	36		36	72				

5.1. Лекционный курс с указанием видов интерактивной формы проведения занятий

Тема лекции (и/или наименование раздел) (вид интерактивной формы проведения занятий)/ (практическая подготовка)	Содержание темы (и/или раздела)	Всего, часов / часов интерактивных занятий/ практическая подготовка
Основные понятия и определения	Основные понятия и определения	2/-
Переходный процесс в электроэнергетической	Переходный процесс в электроэнергетической системе при трёхфазном коротком замыкании	10/-

системе при трёхфазном коротком замыкании		
Электромагнитные переходные процессы при нарушении симметрии трехфазной цепи	Электромагнитные переходные процессы при нарушении симметрии трехфазной цепи	14/4
Переходный процесс при замыканиях в распределительных сетях и системах электроснабжения	Переходный процесс при замыканиях в распределительных сетях и системах электроснабжения	4/-
Начальный момент внезапного нарушения режима	Начальный момент внезапного нарушения режима	6/-
Итого		36

5.2.2. Лабораторные занятия с указанием видов проведения занятий в интерактивной форме

Наименование раздела дисциплины	Формы проведения и темы занятий (вид интерактивной формы проведения занятий)/(практическая подготовка)	Всего, часов / часов интерактивных занятий/ практическая подготовка	
		вид	часы
Переходный процесс в электроэнергетической системе при трёхфазном коротком замыкании	Переходный процесс в электроэнергетической системе при трёхфазном коротком замыкании	лаб.	8
Электромагнитные переходные процессы при нарушении симметрии трехфазной цепи	Электромагнитные переходные процессы при нарушении симметрии трехфазной цепи	лаб.	20
Переходный процесс при замыканиях в распределительных сетях и системах электроснабжения	Переходный процесс при замыканиях в распределительных сетях и системах электроснабжения	лаб.	4
Начальный момент внезапного нарушения режима	Начальный момент внезапного нарушения режима	лаб.	4

5.3. Курсовой проект (работа) учебным планом предусмотрен

5.4. Самостоятельная работа обучающегося

Темы и/или виды самостоятельной работы	Часы
--	------

Основные понятия и определения	6
Переходный процесс в электроэнергетической системе при трёхфазном коротком замыкании	16
Электромагнитные переходные процессы при нарушении симметрии трехфазной цепи	20
Переходный процесс при замыканиях в распределительных сетях и системах электроснабжения	14
Начальный момент внезапного нарушения режима	16

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающегося по дисциплине «Переходные процессы в электроэнергетических системах» размещено в электронной информационно-образовательной среде Университета и доступно для обучающегося через его личный кабинет на сайте Университета. Учебно-методическое обеспечение включает:

1. Рабочую программу дисциплины «Переходные процессы в электроэнергетических системах».

2. Методические рекомендации для организации самостоятельной работы обучающегося по дисциплине «Переходные процессы в электроэнергетических системах».

3. Методические рекомендации по выполнению письменных работ (задачи) (при наличии).

4. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы студентами заочной формы обучения (при наличии)

5. Методические указания по выполнению курсовой работы (проекта) (при наличии).

Для успешного освоения дисциплины, необходимо самостоятельно детально изучить представленные темы по рекомендуемым источникам информации:

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения	Рекомендуемые источники информации (№ источника)		
		основная (из п.8 РПД)	дополнительная (из п.8 РПД)	метод. лит. (из п.8 РПД)
1	Основные понятия и определения. Основные понятия и определения	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4	Л2.1, Л2.2	Л3.1
2	Переходный процесс в электроэнергетической системе при трёхфазном коротком замыкании. Переходный процесс в электроэнергетической системе при трёхфазном коротком замыкании	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4, Л1.5	Л2.1, Л2.2	Л3.1
3	Электромагнитные переходные процессы при нарушении симметрии трехфазной цепи. Электромагнитные переходные процессы при нарушении симметрии трехфазной цепи	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4, Л1.5	Л2.1, Л2.2	Л3.1
4	Переходный процесс при замыканиях в распределительных сетях и системах электроснабжения. Переходный процесс при замыканиях в распределительных сетях и системах электроснабжения	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4, Л1.5	Л2.1, Л2.2	Л3.1
5	Начальный момент внезапного нарушения режима. Начальный момент внезапного нарушения режима	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4, Л1.5	Л2.1, Л2.2	Л3.1

7. Фонд оценочных средств (оценочных материалов) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Переходные процессы в электроэнергетических системах»

7.1. Перечень индикаторов компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Индикатор компетенции (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании индикатора компетенции	

7.2. Критерии и шкалы оценивания уровня усвоения индикатора компетенций, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Оценка знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций по дисциплине «Переходные процессы в электроэнергетических системах» проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль проводится в течение семестра с целью определения уровня усвоения обучающимися знаний, формирования умений и навыков, своевременного выявления преподавателем недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по её корректировке, а также для совершенствования методики обучения, организации учебной работы и оказания индивидуальной помощи обучающемуся.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Переходные процессы в электроэнергетических системах» проводится в виде Экзамен, Курсовая работа.

За знания, умения и навыки, приобретенные студентами в период их обучения, выставляются оценки «ЗАЧТЕНО», «НЕ ЗАЧТЕНО». (или «ОТЛИЧНО», «ХОРОШО», «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО», «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» для дифференцированного зачета/экзамена)

Для оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в университете применяется балльно-рейтинговая система оценки качества освоения образовательной программы. Оценка проводится при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций обучающихся. Рейтинговая оценка знаний является интегрированным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине.

Состав балльно-рейтинговой оценки студентов очной формы обучения

Для студентов очной формы обучения знания по осваиваемым компетенциям формируются на лекционных и практических занятиях, а также в процессе самостоятельной подготовки.

В соответствии с балльно-рейтинговой системой оценки, принятой в Университете студентам начисляются баллы по следующим видам работ:

№ контрольной точки	Оценочное средство результатов индикаторов достижения компетенций		Максимальное количество баллов
6 семестр			
КТ 1	Устный опрос		5
КТ 1	Задачи		5
КТ 2	Устный опрос		5
КТ 2	Задачи		5
КТ 3	Устный опрос		5
КТ 3	Задачи		5
Сумма баллов по итогам текущего контроля			30
Посещение лекционных занятий			20
Посещение практических/лабораторных занятий			20
Результативность работы на практических/лабораторных занятиях			30
Итого			100
№ контрольной точки	Оценочное средство результатов индикаторов достижений компетенций	Максимальное количество баллов	Критерии оценки знаний студентов
6 семестр			
КТ 1	Устный опрос	5	Теоретические вопросы (вопрос 1, вопрос 2) 5 баллов выставляется студенту,

			<p>полностью освоившему материал дисциплины или курса в соответствии с учебной программой, включая вопросы рассматриваемые в рекомендованной программой дополнительной справочно-нормативной и научно-технической литературы, свободно владеющему основными понятиями дисциплины. Требуется полное понимание и четкость изложения ответов по экзаменационному заданию (билету) и дополнительным вопросам, заданных экзаменатором. Дополнительные вопросы, как правило, должны относиться к материалу дисциплины или курса, не отраженному в основном экзаменационном задании (билете) и выявляют полноту знаний студента по дисциплине.</p> <p>4 балла заслуживает студент, ответивший полностью и без ошибок на вопросы экзаменационного задания и показавший знания основных понятий дисциплины в соответствии с обязательной программой курса и рекомендованной основной литературой.</p> <p>3 балла дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Студент может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя. Речевое оформление требует поправок, коррекции.</p> <p>2 балла дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность,</p>
--	--	--	---

			<p>нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины.</p> <p>Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная.</p> <p>Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.</p> <p>1 балл дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях.</p> <p>Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины.</p> <p>Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная.</p> <p>Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.</p> <p>0 баллов - при полном отсутствии ответа, имеющего отношение к вопросу.</p>
КТ 1	Задачи	5	<p>5 баллов Задачи решены в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности.</p> <p>4 балла Задачи решены с небольшими недочетами.</p> <p>2 баллов Задачи решены не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы.</p> <p>1 баллов Задачи решены частично, с большим количеством вычислительных ошибок, объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.</p> <p>0 баллов Задачи не решены или работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.</p>

КТ 2	Устный опрос	5	<p>Теоретические вопросы (вопрос 1, вопрос 2)</p> <p>5 баллов выставляется студенту, полностью освоившему материал дисциплины или курса в соответствии с учебной программой, включая вопросы рассматриваемые в рекомендованной программой дополнительной справочно-нормативной и научно-технической литературы, свободно владеющему основными понятиями дисциплины. Требуется полное понимание и четкость изложения ответов по экзаменационному заданию (билету) и дополнительным вопросам, заданных экзаменатором.</p> <p>Дополнительные вопросы, как правило, должны относиться к материалу дисциплины или курса, не отраженному в основном экзаменационном задании (билете) и выявляют полноту знаний студента по дисциплине.</p> <p>4 балла заслуживает студент, ответивший полностью и без ошибок на вопросы экзаменационного задания и показавший знания основных понятий дисциплины в соответствии с обязательной программой курса и рекомендованной основной литературой.</p> <p>3 балла дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов.</p> <p>Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Студент может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя. Речевое оформление требует поправок, коррекции.</p> <p>2 балла дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме</p>
------	--------------	---	--

			<p>вопроса с существенными ошибками в определениях.</p> <p>Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины.</p> <p>Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная.</p> <p>Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.</p> <p>1 балл дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях.</p> <p>Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины.</p> <p>Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная.</p> <p>Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.</p> <p>0 баллов - при полном отсутствии ответа, имеющего отношение к вопросу.</p>
--	--	--	---

КТ 2	Задачи	5	<p>5 баллов Задачи решены в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности.</p> <p>4 балла Задачи решены с небольшими недочетами.</p> <p>2 баллов Задачи решены не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы.</p> <p>1 баллов Задачи решены частично, с большим количеством вычислительных ошибок, объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.</p> <p>0 баллов Задачи не решены или работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.</p>
------	--------	---	---

КТ 3	Устный опрос	5	<p>Теоретические вопросы (вопрос 1, вопрос 2)</p> <p>5 баллов выставляется студенту, полностью освоившему материал дисциплины или курса в соответствии с учебной программой, включая вопросы рассматриваемые в рекомендованной программой дополнительной справочно-нормативной и научно-технической литературы, свободно владеющему основными понятиями дисциплины. Требуется полное понимание и четкость изложения ответов по экзаменационному заданию (билету) и дополнительным вопросам, заданных экзаменатором.</p> <p>Дополнительные вопросы, как правило, должны относиться к материалу дисциплины или курса, не отраженному в основном экзаменационном задании (билете) и выявляют полноту знаний студента по дисциплине.</p> <p>4 балла заслуживает студент, ответивший полностью и без ошибок на вопросы экзаменационного задания и показавший знания основных понятий дисциплины в соответствии с обязательной программой курса и рекомендованной основной литературой.</p> <p>3 балла дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов.</p> <p>Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Студент может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя. Речевое оформление требует поправок, коррекции.</p> <p>2 балла дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме</p>
------	--------------	---	--

			<p>вопроса с существенными ошибками в определениях.</p> <p>Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины.</p> <p>Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная.</p> <p>Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.</p> <p>1 балл дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях.</p> <p>Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины.</p> <p>Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная.</p> <p>Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.</p> <p>0 баллов - при полном отсутствии ответа, имеющего отношение к вопросу.</p>
--	--	--	---

КТ 3	Задачи	5	<p>5 баллов Задачи решены в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности.</p> <p>4 балла Задачи решены с небольшими недочетами.</p> <p>2 баллов Задачи решены не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы.</p> <p>1 баллов Задачи решены частично, с большим количеством вычислительных ошибок, объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.</p> <p>0 баллов Задачи не решены или работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.</p>
------	--------	---	---

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения на промежуточной аттестации

При проведении итоговой аттестации «зачет» («дифференцированный зачет», «экзамен») преподавателю с согласия студента разрешается выставлять оценки («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «зачет») по результатам набранных баллов в ходе текущего контроля успеваемости в семестре по выше приведенной шкале.

В случае отказа – студент сдает зачет (дифференцированный зачет, экзамен) по приведенным выше вопросам и заданиям. Итоговая успеваемость (зачет, дифференцированный зачет, экзамен) не может оцениваться ниже суммы баллов, которую студент набрал по итогам текущей и промежуточной успеваемости.

При сдаче (зачета, дифференцированного зачета, экзамена) к заработанным в течение семестра студентом баллам прибавляются баллы, полученные на (зачете, дифференцированном зачете, экзамене) и сумма баллов переводится в оценку.

Критерии и шкалы оценивания ответа на экзамене

Сдача экзамена может добавить к текущей балльно-рейтинговой оценке студентов не более 20 баллов:

Содержание билета	Количество баллов
Теоретический вопрос №1	до 7
Теоретический вопрос №2	до 7
Задача (оценка умений и)	до 6
Итого	20

Критерии оценки ответа на экзамене

Теоретические вопросы (вопрос 1, вопрос 2)

7 баллов выставляется студенту, полностью освоившему материал дисциплины или курса в соответствии с учебной программой, включая вопросы рассматриваемые в рекомендованной программой дополнительной справочно-нормативной и научно-технической литературы, свободно владеющему основными понятиями дисциплины. Требуется полное понимание и четкость изложения ответов по экзаменационному заданию (билету) и дополнительным вопросам, заданных экзаменатором. Дополнительные вопросы, как правило, должны относиться к материалу дисциплины или курса, не отраженному в основном экзаменационном задании (билете) и выявляют полноту знаний студента по дисциплине.

5 балла заслуживает студент, ответивший полностью и без ошибок на вопросы экзаменационного задания и показавший знания основных понятий дисциплины в соответствии с

обязательной программой курса и рекомендованной основной литературой.

3 балла дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Студент может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя. Речевое оформление требует поправок, коррекции.

2 балла дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

1 балл дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

0 баллов - при полном отсутствии ответа, имеющего отношение к вопросу.

Оценивание задачи

6 баллов Задачи решены в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности.

5 баллов Задачи решены с небольшими недочетами.

4 балла Задачи решены с небольшими недочетами.

3 балла Задачи решены не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы.

2 балла Задачи решены не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы.

1 баллов Задачи решены частично, с большим количеством вычислительных ошибок, объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

0 баллов Задачи не решены или работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

Перевод рейтинговых баллов в пятибалльную систему оценки знаний обучающихся: для экзамена:

- «отлично» – от 89 до 100 баллов – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному;

- «хорошо» – от 77 до 88 баллов – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками;

- «удовлетворительно» – от 65 до 76 баллов – теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки;

- «неудовлетворительно» – от 0 до 64 баллов - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий

7.3. Примерные оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежу-

точной аттестации по итогам освоения дисциплины «Переходные процессы в электроэнергетических системах»

Вопросы для устного опроса

Контрольная точка №1

1. Перечислите основные причины возникновения переходных процессов в ЭЭС.
2. Когда возможен расчет только электромагнитных переходных процессов?
3. Из каких устройств состоит ЭЭС?
4. Что такое параметры режима и параметры ЭЭС?
5. Какие виды режимов и переходных процессов имеют место в ЭЭС?
6. Назовите причины возникновения электромагнитных переходных процессов.
7. Что называют коротким замыканием?
8. Каковы системы токов и напряжений, применяемых в ЭЭС?
9. Перечислите стандартные классы и средние значения напряжений в ЭЭС.
10. Каковы причины возникновения переходных процессов?
11. Каковы последствия КЗ в ЭЭС?
12. Каковы основные виды КЗ в ЭЭС?
13. Какие виды КЗ наиболее вероятны в ЭЭС?
14. По каким признакам КЗ подразделяются на удаленные и не удаленные?
15. Как влияют устройства АВР генераторов на протекание переходного процесса в ЭЭС?
16. Какую трёхфазную сеть называют простейшей?
17. Как определяется начальное значение периодической составляющей тока КЗ?
18. При каких условиях полный ток КЗ в простейшей цепи будет иметь максимальное значение?
19. Что такое ударный ток?
20. В каких пределах изменяется величина ударного коэффициента и от чего она зависит?
21. Каков характер протекания переходного процесса в зависимости от величины постоянной времени затухания?
22. Как аналитически и графически определяется постоянная времени затухания?
23. Как определяется действующее значение полного тока КЗ и его составляющих?
24. Что понимают под расчетом электромагнитного переходного процесса?
25. Какие задачи решаются благодаря расчёту электромагнитного переходного процесса?
26. Какие условия и основные допущения принимают при расчётах КЗ?
27. Назовите основные этапы расчёта электромагнитных переходных процессов?
28. В чём заключается выбор расчетных условий?
29. Как составляется расчётная схема?
30. Какие параметры элементов СЭС необходимы для расчёта переходных процессов?
31. Как выбираются и пересчитываются базисные условия для различных ступеней напряжения ЭЭС?
32. Зависит ли результат расчёта токов КЗ от выбора базисных условий?
33. На чём основаны точное и приближённое приведения сопротивлений элементов короткозамкнутой цепи (генераторов, трансформаторов, ЛЭП и ректоров) в схемах замещения?

Контрольная точка №2

1. Какие виды заземлений имеют место в СЭС?
2. Что такое коэффициент эффективности заземления нейтрали?
3. Чем обусловлено смещение нейтрали в сетях с незаземлёнными нейтральями?
4. Как определяются напряжения фаз относительно земли при замыкании одной фазы на землю в сети с незаземлённой нейтралью при α и β ?
5. Как определить ток замыкания на землю в сети с незаземлённой нейтралью?
6. Поясните характер протекания переходного процесса при пробое фазы на землю в сети с незаземлённой нейтралью или перемежающейся дуге?
7. Укажите область применения сетей с резонансным заземлением нейтрали.
8. Схемы включения дугогасящих катушек.
9. В чём смысл настройки дугогасящих катушек?
10. Чему равны напряжения фаз относительно земли в сети с эффективно заземлённой

нейтралью в нормальном режиме и при К(1)?

11. Укажите область применения и достоинства сети с эффективным заземлением нейтрали.
12. Укажите основные положения метода симметричных составляющих.
13. Как определяются коэффициенты несимметрии и неуравновешенности трёхфазной системы?
14. К чему сводится расчёт несимметричных режимов при использовании метода симметричных составляющих?
15. Как определяются сопротивления прямой, обратной и нулевой последовательностей для элементов СЭС?
16. Как определяются сопротивления обратной и нулевой последовательностей трёхобмоточных трансформаторов?
17. Как составляются схемы замещения прямой, обратной, нулевой последовательностей?
18. Какие виды КЗ относят к поперечной несимметрии?
19. Как определить токи и напряжения при различных видах поперечной несимметрии?
20. Правило эквивалентности прямой последовательности.
21. Каковы соотношения между токами различных видов поперечной несимметрии?
22. Какие виды повреждений относят к продольной несимметрии?
23. Какой вид имеют комплексные схемы замещения при продольной несимметрии?
24. Как формулируется правило эквивалентности прямой последовательности при продольной несимметрии?
25. Какие виды повреждений называют сложными?
26. Какие сложные виды повреждений наиболее часто имеют место в трёхфазных СЭС?
27. Каковы граничные условия для двойного замыкания на землю?
28. Каковы граничные условия для однофазного КЗ с одновременным разрывом той же фазы?
29. Какова последовательность действий при анализе сложных видов повреждений?
30. Каковы особенности расчетов токов КЗ в распределительных сетях напряжением 6-35 кВ?
31. Какова последовательность расчета нагрева проводов и спада тока КЗ?
32. Каковы особенности расчёта токов трёхфазных и однофазных КЗ в сетях с напряжением 0,4 кВ?
33. Как определяется максимальный и минимальный ток КЗ в сети 0,4 кВ?
34. Как влияет группа соединений трансформатора на токи несимметричных КЗ?

Контрольная точка №3

1. Назовите условия, которым должны удовлетворять расчёты электрических систем (осуществимость, устойчивость, качество, экономичность)?
2. Какова связь устойчивости режима с её энергетическими свойствами?
3. Каковы практические критерии устойчивости простейших электрических систем?
4. Задачи расчёта устойчивости электрической системы?
5. Какими показателями можно характеризовать качество переходного процесса электрической системы?
6. Как проверить устойчивость работы синхронного генератора или асинхронного двигателя в установившемся режиме?
7. В чём разница между подходом к оценке статической и динамической устойчивости?
8. Почему основные характеристики мощности электрических систем строятся в зависимости от угла, как основного параметра?
9. В чём различие между статической характеристикой мощности простейшей системы, динамической характеристикой и характеристикой при постоянстве напряжения на зажимах генератора? Каким физическим условиям работы отвечают эти характеристики?
10. Что такое регулирующий эффект нагрузки (активной и реактивной мощностей) по частоте и напряжению?
11. Может ли активная мощность в начале передачи, имеющей только реактивное сопротивление, отличаться от мощности в конце передачи?
12. Что такое узлы нагрузки и в каких двух наиболее существенных аспектах могут

рассматриваться происходящие в них переходные процессы?

13. Что такое критическое скольжение и как его определить?
14. Как изменится ток асинхронного двигателя при снижении напряжения?
15. При какой величине напряжения на шинах двигателя наступает его неустойчивость?

От каких факторов зависит эта величина?

16. В чём состоит основное условие устойчивости простейшей электрической системы (синхронный генератор, работающий на шины неизменного напряжения)?

17. Как выявляются с помощью основного практического критерия устойчивость простейшей системы, критический режим и условия устойчивости?

18. В чём особенности различных практических критериев и каковы наиболее целесообразные условия использования того или иного критерия на практике?

19. Каковы условия устойчивости группы асинхронных двигателей?

20. Что такое лавина напряжения и каковы наиболее существенные причины её возникновения?

21. Какие наиболее эффективные средства и мероприятия режимного характера могут быть применены для борьбы с лавиной напряжения?

22. Всегда ли конденсаторы, улучшающие коэффициент мощности нагрузки и её напряжение в нормальном режиме, оказывают благоприятное действие на устойчивость комплексной нагрузки?

23. Какие три стадии имеет процесс изменения частоты после появления в системе какого-либо небаланса мощности?

24. В чём причина возможной неустойчивости частоты и каковы меры её предотвращения?

25. Каково назначение устройства АРЧ и какова (примерно) его схема?

26. Что такое точная синхронизация и самосинхронизация. Условия их проведения?

27. В чём преимущества самосинхронизации?

28. Как производится электромеханический пуск синхронных генераторов и двигателей?

29. В каких случаях самосинхронизация нежелательна и предпочтительней точная синхронизация?

Задачи для контрольной точки №1

Задача 1. Определить действующее значение сверхпереходного тока, ударный ток и его действующее значение при трехфазном КЗ в точке К схемы, показанной на рисунке.

Исходные данные:

Г: $S_{ном} = 150$ МВА, $U_H = 10,5$ кВ, $X_{dii} = 0,29$, $X/R = 100$, $\cos \varphi_H = 0,85$;

Т-1: $S_{ном} = 160$ МВА, $U_k = 10,5$ %, $k_T = 115/10,5$ кВ, $X/R = 20$;

Т-2: $S_{ном} = 16$ МВА, $U_k = 11,6$ %, $k_T = 115/11$ кВ, $X/R = 17$;

Л: $l = 100$ км, $X_{уд} = 0,4$ Ом/км, $R_{уд} = 0,08$ Ом/км;

Р: РБ-6-1000-6, $X/R = 15$.

Расчет выполнить в относительных единицах приближенно по среднономинальным напряжениям, за базисную мощность принять номинальную мощность генератора. Перед КЗ генератор работал в номинальном режиме.

Задача 2. Блок генератор–трансформатор–линия связан с системой с бесконечной мощности (рис.). Напряжение на шинах системы $E_2 = 105$ кВ остается неизменным.

Исходные данные:

Г: $S_{ном} = 117,5$ МВА, $U_{ном} = 13,8$ кВ, $d X_{dii} = 0,16$, $T_a = 0,535$ с, $\cos \varphi_H = 0,85$;

Т: $S_H = 120$ МВА, $U_k = 10,5$ %, $k_T = 121/13,8$ кВ, $X_T / R_T = 26,5$;

Л: $l = 80$ км, $X_{уд} = 0,4$ Ом/км, $R_{уд} = 0,105$ Ом/км.

Определить максимально возможное мгновенное значение тока генератора при его несинхронном включении в сеть; до включения генератор работал на холостом ходу с номинальным напряжением. Полученное значение тока сравнить с ударным током генератора при трехфазном коротком замыкании на его выводах при том же предшествующем режиме.

Задача 3. При трехфазном коротком замыкании (рис.) найти сверхпереходный ток в точке К и остаточное напряжение на неповрежденной секции.

Исходные данные:

С: КЗ $S_{ii} = 2000 \text{ МВ} \cdot \text{А}$, $U_C = 230 \text{ кВ}$; Т: тип ТРДЦН 63, $S_{ном} = 63 \text{ МВА}$, $U_k \text{ ВН} = 12 \%$, $k_T = 230/11/11 \text{ кВ}$.

Задача 4. Определить ударный ток трехфазного КЗ в точке К и остаточное напряжение на шинах генератора (рис.) Исходные данные: Г: $S_H = 100 \text{ МВА}$, $U_{ном} = 10,5 \text{ кВ}$, $d X_{dii} = 0,18$, $T_a = 0,43 \text{ с}$, $\cos \varphi_H = 0,85$; Т: $S_{ном} = 60 \text{ МВ} \cdot \text{А}$, $U_k = 12 \%$, $k_T = 115/10,5 \text{ кВ}$, $X_T/R_T = 20$; Л: $l_1 = 50 \text{ км}$, $l_2 = 50 \text{ км}$, $l_3 = 100 \text{ км}$, для всех линий: $X_{уд} = 0,4 \text{ Ом/км}$, $R_{уд} = 0,105 \text{ Ом/км}$.

Задача. 5. На рис. 2.12 показана схема понижающей подстанции, которая питает, помимо обобщенной разнообразной мелкомоторной и осветительной нагрузки Н1 и Н2, крупные синхронные и асинхронные двигатели СД и АД. Вычислить сверхпереходный ток при трехфазном КЗ в точке К.

Параметры схемы:

С: $E_{сф} = 71 \text{ кВ}$, $X_C = 11 \text{ Ом}$; Т: $S_{ном} = 40 \text{ МВА}$, $115/6,3/6,3 \text{ кВ}$, $U_k \text{ ВН} = 10,8 \%$, $U_k \text{ Н1 Н2} = 18,4 \%$ (отнесено к мощности расщепленной обмотки $20 \text{ МВ} \cdot \text{А}$); СД: $P_{СД ном} = 2500 \text{ кВт}$, $\cos \varphi_{СД} = 0,845$, $U_{ном СД} = 6 \text{ кВ}$, $\eta_{СД} = 0,94$; АД: $P_{АД ном} = 2 \cdot 1600 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_{АД} = 0,91$, $U_{ном АД} = 6 \text{ кВ}$, $I_{пуск} = 5$, $\eta_{АД} = 0,956$; Н1 и Н2: $P_{нагр1} = 8500 \text{ кВт}$, $\cos \varphi_{нагр1} = 0,85$, $P_{нагр2} = 13 \cdot 700 \text{ кВ} \cdot \text{А}$, $\cos \varphi_{нагр2} = 0,83$. Нагрузка мелкомоторных электродвигателей соответствовала их номинальным данным.

Задача 6. Определить установившийся, начальный, сверхпереходной и ударный ток КЗ, а также остаточное напряжение генератора при КЗ в точке К (рис.). Рассматривается трехфазное КЗ. Г: $S_H = 50 \text{ МВА}$, $U_H = 6,3 \text{ кВ}$, $X_{dii} = 0,12$, $OK_3 = 0,75$, $I_f \text{ (пред)} = 3,8$, $\cos \varphi = 0,8$, есть АРВ. Т: $S_{ном} = 10 \text{ МВА}$, $6,3/115 \text{ кВ}$, $U_k = 10,5 \%$. Л: $l = 100 \text{ км}$, $X_L = 0,4 \text{ Ом/км}$.

Задача 7. Определить величину установившегося тока для точки короткого замыкания К, если известно остаточное напряжение на шинах генератора $0,7U_{ном}$. Найти также ударный ток и его действующее значение. Генератор с АРВ и без АРВ (рис. 2.14).

Параметры схемы:

Г: $X_d = 1,5$, $d X_{dii} = 0,2$, $I_f \text{ пред} = 3$, $S_{ном} = 60 \text{ МВА}$;

Задача 8. Определить ударный ток и его действующее значение при трехфазном КЗ в точке К2 (рис.), если дано, что отключающая способность выключателя $600 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ при КЗ в точке К1. Параметры схемы: Г: $S_{ном} = 100 \text{ МВА}$, $d X_{dii} = 0,117$, $X_d = 1,8$, $\cos \varphi = 0,8$, $U_{ном} = 10,5 \text{ кВ}$, есть АРВ; Т: $S_{ном} = 120 \text{ МВ} \cdot \text{А}$, $k_T = 115/10,5 \text{ кВ}$, $U_k = 10,5 \%$. Выключатель: $S_{ii \text{ отк}} = 600 \text{ МВА}$. Система бесконечной мощности С: $U_C = 115 \text{ кВ}$. Л: $l = 20 \text{ км}$, $X_L = 0,4 \text{ Ом/км}$.

Задача 9. Определить ток КЗ при трехфазном КЗ в точке К (рис.) в начальный момент времени, ударный ток и его действующее значение. Номинальные данные: Г-1: $S_{ном} = 30 \text{ МВА}$, $U_{ном} = 10,5 \text{ кВ}$, $d X_{dii} = 0,12$; Г-2: $S_{ном} = 50 \text{ МВА}$, $U_{ном} = 10,5 \text{ кВ}$, $d X_{dii} = 0,15$. Трансформаторы Т-1, Т-2: $S_{ном} = 31,5 \text{ МВА}$, $U_{ном} = 10,5/121 \text{ кВ}$, $U_k = 10,5 \%$. Реактор: $U_{ном} = 10 \text{ кВ}$, $I_{ном} = 2 \text{ кА}$, $X_P = 8 \%$.

Задача 10. Определить начальный сверхпереходный ток при трехфазном КЗ в точке К схемы (рис.) и его составляющие от каждого источника ЭДС, а также ударный ток и действующее значение ударного тока в той же точке К.

Номинальные данные: Г-1 и Г-2: $S_{ном} = 80 \text{ МВ} \cdot \text{А}$, $U_{ном} = 10,5 \text{ кВ}$, $X_{d \square \square} = 0,22$, $\cos \varphi = 0,8$; Т-1: $S_{ном} = 15 \text{ МВ} \cdot \text{А}$, $10,5/230 \text{ кВ}$, $U_k = 10 \%$. Т-2: $S_{ном} = 60 \text{ МВ} \cdot \text{А}$, $230/115/10,5 \text{ кВ}$, $U_k \text{ ВС} = 20 \%$, $U_k \text{ ВН} = 12 \%$, $U_k \text{ СН} = 8 \%$. Нагрузки Н-1, Н-2, Н-3 по $5 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ каждая. Линия: $l = 80 \text{ км}$, $X_L = 0,4 \text{ Ом/км}$.

Задача 11. Насколько увеличится ток в КЗ в точке К в начальный момент КЗ, если на шины генератора Г-1 (рис. 2.19) подключить генератор Г-2? При работе только одного генератора Г-1 остаточное напряжение составляло $0,65U_{ном}$. Определить ударный ток и его действующее значение. Генератор с АРВ.

Параметры схемы:

Г-1: $S_H = 90 \text{ МВ} \cdot \text{А}$, $I_f \text{ пред} = 4$, $X_d = 1,2$, $X_{dii} = 0,15$;

Г-2: $S_H = 60 \text{ МВ} \cdot \text{А}$, $I_f \text{ пред} = 3,5$, $X_d = 1,5$, $X_{dii} = 0,2$.

Задача 12. Определить наибольшее мгновенное значение тока трехфазного короткого замыкания на шинах синхронного генератора, не подключенного к системе и работающего на холостом ходу в предшествующем режиме.

Параметры схемы:

Г: $P_H = 117,5 \text{ МВт}$, $U_H = 13,8 \text{ кВ}$, $X_{dii} = 0,2$, $X_{dii} = 1,6$, $X_2 = 0,25$, $\cos \varphi = 0,9$, активное сопротивление составляет 1 % от сопротивления обратной последовательности.

Задача 13. Определить величину начального сверхпереходного тока, ударный ток и его действующее значение при трехфазном КЗ в точке К(3) для схемы, показанной на рис. Параметры схемы: система бесконечной мощности: $U_C = \text{const} = 115 \text{ кВ}$; Т1: $S_{ном} = 60 \text{ МВ} \cdot \text{А}$, $U_K = 7,5 \%$, $X/R = 25$, $kT = 115/37 \text{ кВ}$; Р: РБ-35-1000-10, $X/R = 13$.

Задачи для контрольной точки №2

Задача 13. При однофазном КЗ в точке К (рис.) определить ток для начального момента времени. Расчет выполнить аналитически. Построить векторную диаграмму на шинах низкого напряжения трансформатора Т-1. Система С: $S_C = \infty$. Генератор Г: $S_H = 50 \text{ МВА}$, $X_{dii} = 0,12$, $X_2 = 0,12$, $X_0 = 0,3 d X_{dii}$, $U_H = 6,6 \text{ кВ}$. Трансформаторы Т-1: $S_{ном} = 10 \text{ МВА}$, $U_K = 14 \%$, $6,6/118 \text{ кВ}$; Т-2: $S_{ном} = 100 \text{ МВА}$, $U_K = 10 \%$, $110/13,8 \text{ кВ}$; Линия Л-1: $l = 100 \text{ км}$, $\text{худ} = 0,4 \text{ Ом/км}$, $x_0 = 2,5X_1 \text{ Ом/км}$, Л-2: $l = 50 \text{ км}$, $\text{худ} = 0,4 \text{ Ом/км}$, $x_0 = 3,1X_1 \text{ Ом/км}$.

Задача 14. При двухфазном КЗ на землю определить сверхпереходный ток поврежденной фазы. Построить векторную диаграмму на шинах низкого напряжения подстанции (рис.). Система С: $S_C = \infty$; Трансформатор Т: $S_{ном} = 31 \text{ МВА}$, $U_K = 10,5 \%$, $13,8/114 \text{ кВ}$. Линия Л-1: $l = 50 \text{ км}$, $\text{худ} = 0,4 \text{ Ом/км}$, $X_0 = 3X_1 \text{ Ом/км}$.

Задача 15. Определить приближенно ток двухфазного КЗ в точке К2, если известно, что мощность трехфазного КЗ в точке К1 составляет 400 МВА (рис.). Расчет выполнить любым методом для начального момента времени ($t = 0$).

Система С: $S_C = \infty$. Генератор Г: $S_{ном} = 50 \text{ МВА}$, $U_H = 10,5 \text{ кВ}$, $X_{dii} = 0,2$, $X_2 = X_{dii}$.

Трансформатор: $S_{ном} = 60 \text{ МВА}$, $U_K = 14 \%$.

Задача 16. Определить полный ток двухфазного КЗ в точке К2 схемы (рис.) аналитическим методом. Система С: КЗ $S_{ii} = 1000 \text{ МВА}$ в точке К1. Генератор Г: $S_{ном} = 30 \text{ МВА}$, $U_H = 6,3 \text{ кВ}$, $X_{dii} = 15$, $\cos \varphi = 0,8$. Трансформатор: $S_{ном} = 30 \text{ МВА}$, $U_K = 10 \%$, $230/6,6 \text{ кВ}$. Реактор Р: $X_P = 6 \%$, $U_{ном} = 6 \text{ кВ}$, $I_{ном} = 1000 \text{ А}$. Построить векторную диаграмму на шинах высокого напряжения подстанции.

Задача 17. Составить комплексную схему замещения для расчета сверхпереходного тока при однофазном КЗ в точке К1 (рис.). На схеме указать включение приборов для замера симметричных составляющих токов и напряжений в обмотке низшего напряжения трансформатора Т1. Построить векторную диаграмму на шинах низкого напряжения трансформатора Т1.

Задачи для контрольной точки №3

Задача 18. Составить комплексную схему замещения для расчета сверхпереходного тока при однофазном КЗ в точке К2 (рис.). На схеме указать включение приборов для замера симметричных составляющих токов и напряжений в обмотке низшего напряжения трансформатора Т1. Построить векторную диаграмму на шинах низкого напряжения трансформатора Т1.

Вопросы к экзамену

1. Перечислите основные причины возникновения переходных процессов в ЭЭС.
2. Когда возможен расчет только электромагнитных переходных процессов?
3. Из каких устройств состоит ЭЭС?
4. Что такое параметры режима и параметры ЭЭС?
5. Какие виды режимов и переходных процессов имеют место в ЭЭС?
6. Назовите причины возникновения электромагнитных переходных процессов.
7. Что называют коротким замыканием?
8. Каковы системы токов и напряжений, применяемых в ЭЭС?
9. Перечислите стандартные классы и средние значения напряжений в ЭЭС.
10. Каковы причины возникновения переходных процессов?
11. Каковы последствия КЗ в ЭЭС?
12. Каковы основные виды КЗ в ЭЭС?
13. Какие виды КЗ наиболее вероятны в ЭЭС?
14. По каким признакам КЗ подразделяются на удаленные и не удаленные?
15. Как влияют устройства АВР генераторов на протекание переходного процесса в ЭЭС?
16. Какую трёхфазную сеть называют простейшей?
17. Как определяется начальное значение периодической составляющей тока КЗ?
18. При каких условиях полный ток КЗ в простейшей цепи будет иметь максимальное значение?
19. Что такое ударный ток?
20. В каких пределах изменяется величина ударного коэффициента и от чего она зависит?
21. Каков характер протекания переходного процесса в зависимости от величины постоянной времени затухания?
22. Как аналитически и графически определяется постоянная времени затухания?
23. Как определяется действующее значение полного тока КЗ и его составляющих?
24. Что понимают под расчетом электромагнитного переходного процесса?
25. Какие задачи решаются благодаря расчёту электромагнитного переходного процесса?
26. Какие условия и основные допущения принимают при расчётах КЗ?
27. Назовите основные этапы расчёта электромагнитных переходных процессов?
28. В чём заключается выбор расчетных условий?
29. Как составляется расчётная схема?
30. Какие параметры элементов СЭС необходимы для расчёта переходных процессов?
31. Как выбираются и пересчитываются базисные условия для различных ступеней напряжения ЭЭС?
32. Зависит ли результат расчёта токов КЗ от выбора базисных условий?
33. Как определить ток замыкания на землю в сети с незаземлённой нейтралью?
34. Поясните характер протекания переходного процесса при пробое фазы на землю в сети с незаземлённой нейтралью или перемежающейся дуге?
35. Укажите область применения сетей с резонансным заземлением нейтрали.
36. Схемы включения дугогасящих катушек.
37. В чём смысл настройки дугогасящих катушек?
38. Чему равны напряжения фаз относительно земли в сети с эффективно заземлённой

нейтралью в нормальном режиме и при К(1)?

39. Укажите область применения и достоинства сети с эффективным заземлением нейтрали.
40. Укажите основные положения метода симметричных составляющих.
41. Как определяются коэффициенты несимметрии и неуравновешенности трёхфазной системы?
42. К чему сводится расчёт несимметричных режимов при использовании метода симметричных составляющих?
43. Как определяются сопротивления прямой, обратной и нулевой последовательностей для элементов ЭЭС?
44. Как определяются сопротивления обратной и нулевой последовательностей трёхобмоточных трансформаторов?
45. Как составляются схемы замещения прямой, обратной, нулевой последовательностей?
46. Какие виды КЗ относят к поперечной несимметрии?
47. Как определить токи и напряжения при различных видах поперечной несимметрии?
48. Каковы соотношения между токами различных видов поперечной несимметрии?
49. Какие виды повреждений относят к продольной несимметрии?
50. Какой вид имеют комплексные схемы замещения при продольной несимметрии?
51. Какие виды повреждений называют сложными?
52. Какие сложные виды повреждений наиболее часто имеют место в трёхфазных СЭС?
53. Каковы граничные условия для двойного замыкания на землю?
54. Каковы граничные условия для однофазного КЗ с одновременным разрывом той же фазы?
55. Какова последовательность действий при анализе сложных видов повреждений?
56. Каковы особенности расчетов токов КЗ в распределительных сетях напряжением 6-35 кВ?

Примерное задание для выполнения курсовой работы

1. Тема работы __Расчет аварийных режимов работы системы электроснабжения
2. Цель работы: Рассчитать установившийся ток для всех типов коротких замыканий и ударный ток для трехфазных коротких замыканий в заданных точках. В точке 1 рассчитать токи трехфазного, двухфазного на землю и однофазного на землю короткого замыкания, в точке 2 рассчитать токи двухфазного и трехфазного короткого замыкания, построить векторные диаграммы токов и напряжений установившегося аварийного режима в месте повреждения для несимметричных коротких замыканий. Для заданного элемента сети построить графики мгновенного значения тока в фазах $i(t)$ в диапазоне $t= 0..1$ с (за ноль принимается время возникновения аварийного режима) при трехфазном коротком замыкании в точке 2, без учета нагрудочного тока предшествующего режима.
3. Перечень рассматриваемых вопросов: Составление расчетных схем замещения при симметричном и несимметричном коротких замыканиях, расчёт параметров элементов схем замещения, преобразование схем замещения, расчет токов коротких замыканий в относительных и именованных единицах, построение векторных диаграмм токов и напряжений аварийных режимов, построение мгновенных значений токов в фазах заданного элемента сети в аварийных режимах.
3. Исходные данные: представлены в приложении к заданию

Приложение к заданию на курсовую работу по дисциплине «Переходные процессы в электроэнергетических системах»

Данные для расчета

Л1 Л2 Л3 Л4 Л5 Л6 Г1, Г2 Т1 Т2 Т3

	АС-150	45 км	АС-120						
	20 км	АС-150							
	15 км	АС-50	10 км	ААБ-95					
	4 км	АС0-240							
	30 км	ТВФ-63-2У3	ТД-63000/110-У1	-	ТРДН-25000/110				
	Т4	LR1	LR2	SH1, МВА	SH2, МВА	SH3, МВА	SH4, МВА		
	Точка 1	Точка							
	2	Элемент для построения $i(t)$							
	ТРДН-25000/110							РБДГ	10-2500-
0,25	10	10	3	2	К1	К4	Л6		

Рисунок 1 – Схема для выполнения расчетов

При расчетах принять следующее:

1. РПН трансформаторов в среднем положении (номинальный коэффициент трансформации)

2. Базовые номинальные напряжения ступеней:

I – 10,5 кВ

II – 115 кВ

III – 10,5 кВ

IV – 38,5 кВ

V – 230 кВ

3. Базовая мощность $S_b=1000$ МВА, нагрузки рассчитываются с использованием усредненных параметров $X''=0,35$

4. Средние значения ЭДС в момент возникновения КЗ в относительных единицах при номинальных условиях для:

электроэнергетических систем GS 1,0

турбогенераторов мощностью до 100 МВт 1,08

турбогенераторов мощностью 100–500 МВт 1,13

гидрогенераторов с демпферными обмотками 1,13

синхронных компенсаторов 1,20

синхронных электродвигателей 1,1

асинхронных электродвигателей 0,9

обобщенной нагрузки 0,85

5. Значения активных сопротивлений для отдельных элементов схемы замещения определяются приближенно из рекомендованных для элементов ЭЭС соотношений x/r .

для системы GS $x/r=50$

генераторов G1, G2, $x/r=45$

Для линий, трансформаторов используются соответствующие параметры, рассчитываемы из их паспортных данных (таблица 2-4 руководящие указания к РЗ, вып. 11), для нагрузки принять $\cos\varphi=0,8$.

6. Для системы принять $SGS = 1200$ МВ·А; $X(1)=0,25$, $X(1)=X(2)$; $X(0)=1,5 \cdot X(1)$; Для трансформаторов и для обобщенной нагрузки принять $X(1)=X(2)=X(0)$.

7. Для воздушных ВЛ принять $X(1)=X(2)$, $X(0)=3,5 \cdot X(1)$ для одноцепных ВЛ, $X(0)=5,5 \cdot X(1)$ для двухцепных ВЛ

Вопросы к защите курсовой работы

- 1 События в энергосистеме, приводящие к появлению переходных процессов
- 2 Что такое короткое замыкание
- 3 Типы коротких замыканий в энергосистемах
- 4 Понятие о симметричных составляющих токов и напряжений в энергосистемах
- 5 Методы расчета токов коротких замыканий
- 6 Из каких составляющих состоит ток коротких замыканий
- 7 Чем определяется величина периодической составляющей тока короткого замыкания

- 8 Чем определяется величина апериодической составляющей тока короткого замыкания
- 9 Каким образом определить величину постоянной времени переходного процесса по осциллограмме тока переходного процесса
- 10 Что такое ударный ток короткого замыкания
- 11 Схемы замещения при расчетах токов короткого замыкания, методы составления
- 12 Допущения, применяемые при расчетах токов короткого замыкания
- 13 Понятия абсолютных и относительных единиц при расчетах переходных процессов
- 14 Применение принципа наложения при расчетах переходных процессов
- 15 Понятие мощности короткого замыкания
- 16 Влияние автоматической регулировки возбуждения генератора на ток короткого замыкания
- 17 Характеристики синхронной машины при коротких замыканиях
- 18 Переходные и сверхпереходные ЭДС синхронной машины
- 19 Реактивное сопротивление синхронного генератора
- 20 Учет влияния синхронных и асинхронных двигателей при расчете токов короткого замыкания
- 21 Расчеты сверхпереходного и ударного тока короткого замыкания при питании сети от синхронного генератора
- 22 Общие уравнения, описывающие поведение синхронной электрической машины при коротком замыкании
- 23 Общее описание методов расчета электромагнитного переходного процесса синхронной электромагнитной машины
- 24 Понятие и принципы работы форсировки возбуждения синхронной машины
- 25 Понятие демпферных обмоток и их влияние на переходной процесс в синхронной машине
- 26 Принципы учета взаимного влияния синхронных машин при переходном процессе
- 27 Методы расчетов переходных процессов
- 28 Виды несимметричных коротких замыканий в электроэнергетических системах
- 29 Понятие прямой, обратной и нулевой последовательности
- 30 Параметры схемы замещения трансформаторов для нулевой последовательности
- 31 Параметры схемы замещения кабельных линий для нулевой последовательности
- 32 Параметры схем замещения нулевой последовательности для воздушных линий
- 33 Параметры схем замещения электрических машин для нулевой последовательности
- 34 Режимы работы нейтрали сети в зависимости от класса напряжения
- 35 Замыкания на землю в сети с изолированной нейтралью
- 36 Сети с компенсированной и резистивно заземленной нейтралью
- 37 Расчеты переходных процессов при однофазном коротком замыкании в сети с заземленной нейтралью
- 38 Методы приближительного расчета тока замыкания на землю в сети с изолированной нейтралью
- 39 Общие принципы применения методов симметричных составляющих при расчетах токов однофазного короткого замыкания
- 40 Оценка токов однофазных замыканий на землю в электродвигателях и генераторах
- 41 Процентное соотношение по видам коротких замыканий в зависимости от типа электрических сетей
- 42 Причины возникновения и влияние переходного сопротивления в месте короткого замыкания
- 43 Параметры схем замещения обратной последовательности для линий и трансформаторов
- 44 Параметры схем замещения обратной последовательности для электрических машин
- 45 Особенности построения схемы замещения при включении трансформатора по схеме «звезда/треугольник-11»
- 46 Векторная диаграмма остаточного напряжения в месте двухфазного короткого замыкания
- 47 Составление схем замещения по прямой и обратной последовательности

- 48 Составление схем замещения автотрансформаторов и трёхобмоточных трансформаторов
- 49 Особенности расчет токов короткого замыкания за трансформаторами со схемой включения «звезда/треугольник-11»
- 50 Расчет токов несимметричных коротких замыканий при применении принципа наложения
- 51 Расчет токов несимметричных коротких замыканий по данным ЭДС генераторов
- 52 Правило эквивалентности прямой последовательности
- 53 Сопротивления обратной и прямой последовательности синхронных генераторов.
- 54 Основные типы и причины возникновения продольной несимметрии
- 55 Обрыв одной фазы, основные методы расчета
- 56 Обрыв двух фаз, основные методы расчета
- 57 Поведение нагрузки при возникновении продольной несимметрии
- 58 Методы учет а нагрузок при расчёте токов коротких замыканий
- 59 Применение принципа наложения при расчетах режимов с продольной несимметрией
- 60 Составление схем замещения при расчетах продольной не симметрии
- 61 Распределение напряжений в сети при продольной несимметрии
- 62 В чём состоит графическая интерпретация правила эквивалентности прямой последовательности для однократной поперечной несимметрии?
- 63 Приведите качественные векторные диаграммы токов и напряжений для различных видов однократной продольной несимметрии?
- 64 В чём состоит принцип составления комплексных схем замещения для однократной поперечной несимметрии?
- 65 Что означает начало и конец схем замещения различных последовательностей?
- 66 Как изменяется ток в неповрежденных фазах линии при обрыве одной и при обрыве двух фаз?
- 67 Что такое комплексные несимметрии
- 68 Последовательность расчета комплексных несимметрий
- 69 Понятие комплексных схем замещения
- 70 Принцип составления комплексной схемы замещения для двухфазного замыкания на землю
- 71 Принцип составления комплексной схемы замещения для однофазного замыкания на землю с разрывом фазы
- 72 Особенности расчета переходных процессов в распределительных сетях
- 73 Расчет токов коротких замыканий в сетях до 1000 В
- 74 Учет сопротивления источника питания в сетях напряжением до 1000 В
- 75 Понятие устойчивости энергосистем
- 76 Аварийные режимы работы энергосистем
- 77 Расчет переходных процессов в именованных и относительных единицах
- 78 Характеристики двигателей и нагрузки в начальный момент внезапного нарушения режима работы сети
- 79 Методика расчета токов в сети при обрыве одной фазы в линии

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

основная

Л1.1 Мякишев В. М., Жеваев М. С. Переходные процессы в линейных электрических цепях (в примерах) [Электронный ресурс]:учеб. пособие; ВО - Бакалавриат. - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2022. - 347 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/document?id=378782>

Л1.2 Ополева Г. Н. Электроснабжение промышленных предприятий и городов [Электронный ресурс]:учеб. пособие ; ВО - Бакалавриат. - Москва: Издательский Дом "ФОРУМ", 2022. - 416 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/document?id=386067>

Л1.3 Хорольский В. Я., Таранов М. А. Эксплуатация систем электроснабжения [Электронный ресурс]:учеб. пособие ; ВО - Бакалавриат. - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2022. - 288 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/document?id=399460>

Л1.4 Сибикин Ю. Д., Сибикин М. Ю. Электроснабжение [Электронный ресурс]:учеб. пособие ; ВО - Бакалавриат, Специалитет. - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2022. - 328 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/document?id=415558>

Л1.5 Фролов Ю. М., Шелякин В. П. Основы электроснабжения [Электронный ресурс]:учеб. пособие ; ВО - Бакалавриат. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 480 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/211058>

дополнительная

Л2.1 Русина А. Г., Филиппова Т. А. Режимы электрических станций и электроэнергетических систем [Электронный ресурс]:учебник ; ВО - Бакалавриат, Магистратура. - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет (НГТУ), 2014. - 400 с. – Режим доступа: <http://new.znanium.com/go.php?id=549322>

Л2.2 Косоухов Ф. Д., Васильев Н. В., Борошнин А. Л., Филиппов А. О. Энергосбережение в низковольтных электрических сетях при несимметричной нагрузке [Электронный ресурс]:моногр.. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 280 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/212345>

б) Методические материалы, разработанные преподавателями кафедры по дисциплине, в соответствии с профилем ОП.

Л3.1 Ершов А. Б., Хорольский В. Я. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах:лабораторный практикум для студентов по направлению 140400 "Электроэнергетика и электротехника". - Ставрополь: АГРУС, 2012. - 164 с.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

№	Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
1	Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах	https://kubsau.ru/upload/iblock/ecd/ecda39b02422ef8717abc7a997a8299a.pdf
2	Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах. курс лекций	https://nvsu.ru/ru/Intellekt/1134/Ernst%20A.D.%20Elektromagnitnie%20perehodnie%20protsessi%20v%20elektroenergeticheskikh%20sistemah%20-%20Kurs%20lektsiy%20-%202012.pdf
3	Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах Г.А. Мелешкин	http://www.cpk-energo.ru/metod/Meleshkin.pdf

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины «Переходные процессы в электроэнергетических системах» необходимо обратить внимание на последовательность изучения тем.

В лекциях излагаются основные теоретические сведения, составляющие научную концепцию курса. Для успешного освоения лекционного материала рекомендуется: - после прослушивания лекции прочитать её в тот же день; - выделить маркерами основные положения лекции; - структурировать лекционный материал с помощью помет на полях в соответствии с примерными вопросами для подготовки. В процессе лекционного занятия студент должен выделять важные моменты, выводы, основные положения, выделять ключевые слова, термины. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удаётся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на занятии. Студенту рекомендуется во время лекции участвовать в обсуждении проблемных вопросов, высказывать и

аргументировать своё мнение. Это способствует лучшему усвоению материала лекции и облегчает запоминание отдельных выводов. Прослушанный материал лекции студент должен проработать. От того, насколько эффективно это будет сделано, зависит и прочность усвоения знаний. Рекомендуется перечитать текст лекции, выявить основные моменты в каждом вопросе, затем ознакомиться с изложением соответствующей темы в учебниках, проанализировать дополнительную учебно-методическую и научную литературу по теме, расширив и углубив свои знания. В процессе рекомендуется выписывать из изученной литературы и подбирать свои примеры к изложенным на лекции положениям.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

Изучение конспекта лекции в тот же день, после лекции – 10-15 минут.

Изучение конспекта лекции за день перед следующей лекцией – 10-15 минут.

Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту – 1 час в неделю.

Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

1. После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня (10-15 минут).

2. При подготовке к лекции следующего дня, нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции (10-15 минут).

3. В течение недели выбрать время (1-час) для работы с литературой в библиотеке.

Рекомендуется использовать методические указания по курсу, текст лекций преподавателя.

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта, изучаются и книги. Легче освоить курс придерживаясь одного учебника и конспекта. Рекомендуется, кроме «заучивания» материала, добиться состояния понимания изучаемой темы дисциплины. С этой целью рекомендуется после изучения очередного параграфа выполнить несколько простых упражнений на данную тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе следующие вопросы (и попробовать ответить на них): о чем этот параграф?, какие новые понятия введены, каков их смысл?, что даст это на практике?.

Методические рекомендации к лабораторным занятиям

При подготовке к лабораторным занятиям рекомендуется следующий порядок действий: 1. Внимательно проанализировать поставленные теоретические вопросы, определить объем теоретического материала, который необходимо усвоить. 2. Изучить лекционные материалы, соотнося их с вопросами, вынесенными на обсуждение. 3. Прочитать рекомендованную обязательную и дополнительную литературу, дополняя лекционный материал (желательно делать письменные заметки). 4. Отметить положения, которые требуют уточнения, зафиксировать возникшие вопросы. Особое внимание следует обратить на примеры, факты, которыми Вы будете оперировать при рассмотрении отдельных теоретических положений. 5. После усвоения теоретического материала необходимо приступить к выполнению практического задания. Практическое задание рекомендуется выполнять письменно.

При подготовке к лабораторным занятиям обучающимся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. В ходе подготовки к лабораторным занятиям необходимо освоить основные понятия и методики расчета показателей, ответить на контрольные вопросы. В течении лабораторного занятия студенту необходимо выполнить задания, выданные преподавателем, что зачитывается как текущая работа студента и оценивается по критериям, представленным в рабочей

программе.

При подготовке к лабораторным занятиям следующего дня, необходимо сначала прочитать основные понятия и подходы по теме домашнего задания. При выполнении упражнения или задачи нужно сначала понять, что требуется в задаче, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план решения задачи.

Подготовка к контрольным мероприятиям

Текущий контроль осуществляется в виде устных, тестовых опросов по теории, коллоквиумов. При подготовке к опросу студенты должны освоить теоретический материал по блокам тем, выносимых на этот опрос. При подготовке к аудиторной контрольной работе студентам необходимо повторить материал лекционных и практических занятий по отмеченным преподавателям темам.

Дополнительно к изучению конспектов лекции необходимо пользоваться учебником. Кроме «заучивания» материала экзамена, очень важно добиться состояния понимания изучаемых тем дисциплины. С этой целью рекомендуется после изучения очередного параграфа выполнить несколько упражнений на данную тему.

При подготовке к экзамену нужно изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно решить по несколько типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо уметь качественно интерпретировать итог решения.

Лекции, практические занятия, написание курсовой работы и промежуточная аттестация являются важными этапами подготовки к экзамену, поскольку позволяют студенту оценить уровень собственных знаний и своевременно восполнить имеющиеся пробелы. В этой связи необходимо для подготовки к экзамену первоначально прочитать лекционный материал, выполнить практические задания, самостоятельно решить задачи, написать курсовую работу

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства и информационных справочных систем (при необходимости).

11.1 Перечень лицензионного программного обеспечения

1. OPERA - Система управления отелем
2. Kaspersky Endpoint Security 12.11 - Антивирус

11.3 Перечень программного обеспечения отечественного производства

1. Kaspersky Endpoint Security 12.11 - Антивирус

При осуществлении образовательного процесса студентами и преподавателем используются следующие информационно справочные системы: СПС «Консультант плюс», СПС «Гарант».

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Номер аудитории	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
-------	---	-----------------	---

1	Учебная аудитория для проведения занятий всех типов (в т.ч. лекционного, семинарского, практической подготовки обучающихся), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	206/ЭЭ Ф 209/ЭЭ Ф	<p>Оснащение: специализированная мебель на 117 посадочных мест, персональный компьютер – 1 шт., телевизор LG 65UH LED -1 шт., Звуковая аппаратура – 1 шт., документ-камера портативная Aver Vision – 1 шт., коммутатор Comrex DS – 1 шт., магнитно-маркерная доска 90x180 – 1 шт, учебно-наглядные пособия в виде тематических презентаций, подключение к сети «Интернет», доступ в электронную информационно-образовательную среду университета, выход в корпоративную сеть университета.</p> <p>Оснащение: специализированная мебель на 28 посадочных мест, персональный компьютер Kraftway Credo KC – 5 шт., Интернет-лаборатория «Основы электроники» с монтажом и наладкой – 1 шт., Стол регулировщика аппаратуры – 6 шт., лабораторный блок питания MASTECH HY3005 - 9 шт., генератор сигналов специальной формы GOOD WILL SFG 2004 – 6 шт, RLC метр E7-22 – 6 шт., осциллограф с памятью GOOD WILL GRS – 5 шт, прибор для разработки микроконтроллерных устройств – 4 шт, плазменный телевизор Panasonic – 1 шт, ноутбук Aser Aspire 5720G- 1 шт. подключение</p>
		207/ЭЭ Ф	<p>Оснащение: Лабораторные стенды (в комплектацию входят: панель оператора графическая ИП 320, прибор MBA8, прибор MBY8-P ,прибор ПЛК 100, прибор TPM151, прибор БПБ, прибор ЭП10, прибор AC4) – 6 шт; компьютеры Kraftway Credo KC- 6 шт., Специализированные лабораторные стенды по свободно программируемым устройствам автоматизации компании ОВЕН - 6 штук., плазменный телевизор Panasonic – 1 шт, ноутбук Aser Aspire 5720G – 1 шт., специализированная мебель на 15 посадочных мест, подключение к сети «Интернет», доступ в электронную информационно-образовательную среду университета, выход в корпоративную сеть университета.</p>
2	Помещение для самостоятельной работы обучающихся, подтверждающее наличие материально-технического обеспечения, с перечнем основного оборудования		

13. Особенности реализации дисциплины лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

а) для слабовидящих:

- на промежуточной аттестации присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- задания для выполнения, а также инструкция о порядке проведения промежуточной аттестации оформляются увеличенным шрифтом;

- задания для выполнения на промежуточной аттестации зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту;

- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- студенту для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

в) для глухих и слабослышащих:

- на промежуточной аттестации присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- промежуточная аттестация проводится в письменной форме;

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости поступающим предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- по желанию студента промежуточная аттестация может проводиться в письменной форме;

д) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента промежуточная аттестация проводится в устной форме.

Рабочая программа дисциплины «Переходные процессы в электроэнергетических системах» составлена на основе Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144).

Автор (ы)

_____ доцент каф. ЭиЭЭО , Кандидат физико-математических наук Ястребов Сергей Сергеевич

Рецензенты

_____ доцент каф. ПЭЭСХ , Кандидат технических наук

Рабочая программа дисциплины «Переходные процессы в электроэнергетических системах» рассмотрена на заседании Кафедры электроснабжения и эксплуатации электрооборудования протокол № 12 от 11.03.2025 г. и признана соответствующей требованиям ФГОС ВО и учебного плана по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Заведующий кафедрой _____ Шарипов Ильдар Курбангалиевич

Рабочая программа дисциплины «Переходные процессы в электроэнергетических системах» рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Институт механики и энергетики протокол № 7 от 17.03.2025 г. и признана соответствующей требованиям ФГОС ВО и учебного плана по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Руководитель ОП _____