



Максимович Светлана
Александровна
C=RU, S=Ставропольский край,
L=т. Ставрополь, T=проректор по
учебной работе, OU=ректорат,
OU=Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего
образования "Ставропольский
государственный аграрный
университет",
СНИПС=15230589951,
ИНН=2634111761,
E=s.a.maksimovich@stgau.ru,
G=Светлана Александровна,
SN=Максимович,
CN=Максимович Светлана
Александровна
I am the author of this document
your signing location here
2026-06-25 11:59:50

**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.08 Режимы работы электрооборудования систем
электроснабжения**

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

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

бакалавр

очная

1. Цель дисциплины

Целью освоения дисциплины Режимы работы электрооборудования систем электроснабжения является формирование у студентов базовых знаний о физических основах работы электрооборудования систем электроснабжения в различных нормальных и аварийных режимах

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 разделам тем научных исследований	ПК-1.1 Осуществление проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований в соответствующей области знаний	знает Знания: целей и задач проводимых исследований и разработок Умения: применять нормативную документацию в соответствующей области знаний Трудовые действия: умеет применять нормативную документацию в соответствующей области знаний владеет навыками навыками сбор, обработка, анализ и обобщение передового отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований
ПК-1 Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки по отдельным разделам тем научных исследований	ПК-1.2 Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок в 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 разделам тем 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 объектов ПД	ПК-2.1 Предпроектное обследование объекта капитального строительства, для которого предназначена система электроснабжения	знает особенности переходных процессов при различных схемах систем электроснабжения объектов капитального строительства умеет Осуществлять сбор, обработку и анализ справочной и реферативной информации по объекту капитального строительства, для которого предназначена система электроснабжения владеет навыками Подготовкой материалов для отчета по результатам обследования объекта капитального строительства, для которого предназначена система электроснабжения
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	знает методики расчета переходных процессов для целей проектирования системы электроснабжения объекта капитального строительства умеет выполнять расчеты для разработки комплекта конструкторской документации для отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования системы электроснабжения объектов капитального строительства владеет навыками навыками выбора оборудования для отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования системы электроснабжения объектов капитального строительства
ПК-2 Способен участвовать в разработке проекта и/или части проекта системы электроснабжения объектов ПД	ПК-2.3 Разработка концепции системы электроснабжения объекта ПД	знает правила проектирования системы электроснабжения объекта капитального строительства умеет проводить технико-экономическое сравнение вариантов реализации систем электроснабжения владеет навыками Навыками реализации технико-экономического сравнения вариантов реализации систем электроснабжения
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	знает Типовые проектные решения системы электроснабжения объекта капитального строительства умеет составлять и рассчитывать параметры схем замещения владеет навыками навыками составления пояснительной записки

		на различных стадиях проектирования системы электроснабжения объектов капитального строительства
--	--	--

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Режимы работы электрооборудования систем электроснабжения» является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений программы.

Изучение дисциплины осуществляется в 7 семестре(-ах).

Для освоения дисциплины «Режимы работы электрооборудования систем электроснабжения» студенты используют знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения дисциплин:

Основы АСУ электроустановок систем электроснабжения

Переходные процессы в электроэнергетических системах

Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем

Электрическая часть электростанций и подстанций

Электроэнергетические системы и сети

Энергосбережение

Автоматика

Моделирование в электроэнергетике

Реконструкция электрических сетей

Электроснабжение

Научно-исследовательская практика

Математические задачи электроэнергетики

Технико-экономические расчеты в энергетике

Введение в профессиональную деятельность Научно-исследовательская практика

Основы АСУ электроустановок систем электроснабжения

Переходные процессы в электроэнергетических системах

Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем

Электрическая часть электростанций и подстанций

Электроэнергетические системы и сети

Энергосбережение

Автоматика

Моделирование в электроэнергетике

Реконструкция электрических сетей

Электроснабжение

Научно-исследовательская практика

Математические задачи электроэнергетики

Технико-экономические расчеты в энергетике

Введение в профессиональную деятельность Основы АСУ электроустановок систем электроснабжения

Основы АСУ электроустановок систем электроснабжения

Переходные процессы в электроэнергетических системах

Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем

Электрическая часть электростанций и подстанций

Электроэнергетические системы и сети

Энергосбережение

Автоматика

Моделирование в электроэнергетике

Реконструкция электрических сетей

Электроснабжение

Научно-исследовательская практика

Математические задачи электроэнергетики

Технико-экономические расчеты в энергетике

Введение в профессиональную деятельность Электрическая часть электростанций и подстанций

Основы АСУ электроустановок систем электроснабжения
Переходные процессы в электроэнергетических системах
Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем
Электрическая часть электростанций и подстанций
Электроэнергетические системы и сети
Энергосбережение
Автоматика

Моделирование в электроэнергетике
Реконструкция электрических сетей

Электроснабжение

Научно-исследовательская практика

Математические задачи электроэнергетики

Технико-экономические расчеты в энергетике

Введение в профессиональную деятельность Электроэнергетические системы и сети

Основы АСУ электроустановок систем электроснабжения

Переходные процессы в электроэнергетических системах

Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем

Электрическая часть электростанций и подстанций

Электроэнергетические системы и сети

Энергосбережение

Автоматика

Моделирование в электроэнергетике

Реконструкция электрических сетей

Электроснабжение

Научно-исследовательская практика

Математические задачи электроэнергетики

Технико-экономические расчеты в энергетике

Введение в профессиональную деятельность Релейная защита и автоматизация
электроэнергетических систем

Основы АСУ электроустановок систем электроснабжения

Переходные процессы в электроэнергетических системах

Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем

Электрическая часть электростанций и подстанций

Электроэнергетические системы и сети

Энергосбережение

Автоматика

Моделирование в электроэнергетике

Реконструкция электрических сетей

Электроснабжение

Научно-исследовательская практика

Математические задачи электроэнергетики

Технико-экономические расчеты в энергетике

Введение в профессиональную деятельность Электроснабжение

Основы АСУ электроустановок систем электроснабжения
Переходные процессы в электроэнергетических системах
Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем
Электрическая часть электростанций и подстанций
Электроэнергетические системы и сети
Энергосбережение
Автоматика

Моделирование в электроэнергетике
Реконструкция электрических сетей
Электроснабжение
Научно-исследовательская практика
Математические задачи электроэнергетики
Технико-экономические расчеты в энергетике

Введение в профессиональную деятельностьПереходные процессы в электроэнергетических системах

Основы АСУ электроустановок систем электроснабжения
Переходные процессы в электроэнергетических системах
Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем
Электрическая часть электростанций и подстанций
Электроэнергетические системы и сети
Энергосбережение
Автоматика
Моделирование в электроэнергетике
Реконструкция электрических сетей
Электроснабжение
Научно-исследовательская практика
Математические задачи электроэнергетики
Технико-экономические расчеты в энергетике
Введение в профессиональную деятельностьРеконструкция электрических сетей

Основы АСУ электроустановок систем электроснабжения
Переходные процессы в электроэнергетических системах
Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем
Электрическая часть электростанций и подстанций
Электроэнергетические системы и сети
Энергосбережение
Автоматика

Моделирование в электроэнергетике
Реконструкция электрических сетей
Электроснабжение
Научно-исследовательская практика
Математические задачи электроэнергетики
Технико-экономические расчеты в энергетике

Введение в профессиональную деятельностьВведение в профессиональную деятельность

Основы АСУ электроустановок систем электроснабжения
Переходные процессы в электроэнергетических системах
Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем
Электрическая часть электростанций и подстанций
Электроэнергетические системы и сети
Энергосбережение
Автоматика
Моделирование в электроэнергетике
Реконструкция электрических сетей
Электроснабжение
Научно-исследовательская практика
Математические задачи электроэнергетики
Технико-экономические расчеты в энергетике
Введение в профессиональную деятельность
Моделирование в электроэнергетике
Основы АСУ электроустановок систем электроснабжения
Переходные процессы в электроэнергетических системах
Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем
Электрическая часть электростанций и подстанций
Электроэнергетические системы и сети
Энергосбережение
Автоматика
Моделирование в электроэнергетике
Реконструкция электрических сетей
Электроснабжение
Научно-исследовательская практика
Математические задачи электроэнергетики
Технико-экономические расчеты в энергетике
Введение в профессиональную деятельность
Автоматика
Основы АСУ электроустановок систем электроснабжения
Переходные процессы в электроэнергетических системах
Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем
Электрическая часть электростанций и подстанций
Электроэнергетические системы и сети
Энергосбережение
Автоматика
Моделирование в электроэнергетике
Реконструкция электрических сетей
Электроснабжение
Научно-исследовательская практика
Математические задачи электроэнергетики
Технико-экономические расчеты в энергетике
Введение в профессиональную деятельность
Технико-экономические расчеты в энергетике
Основы АСУ электроустановок систем электроснабжения
Переходные процессы в электроэнергетических системах
Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем
Электрическая часть электростанций и подстанций
Электроэнергетические системы и сети
Энергосбережение
Автоматика
Моделирование в электроэнергетике
Реконструкция электрических сетей
Электроснабжение
Научно-исследовательская практика
Математические задачи электроэнергетики
Технико-экономические расчеты в энергетике
Введение в профессиональную деятельность
Моделирование в электроэнергетике

Освоение дисциплины «Режимы работы электрооборудования систем электроснабжения» является необходимой основой для последующего изучения следующих дисциплин:

Преддипломная практика

Основы эксплуатации электрооборудования систем электроснабжения

Надежность электроснабжения

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

Организация и управление электросетевыми предприятиями

Энергосбытовая деятельность

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 «Режимы работы электрооборудования систем электроснабжения» 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			
7	144/4	18		36	54	36	Эк
в т.ч. часов: в интерактивной форме		4		4			
практической подготовки		18		36	54		

Семестр	Трудоемкость час/з.е.	Внеаудиторная контактная работа с преподавателем, час/чел					
		Курсовая работа	Курсовой проект	Зачет	Дифференцированный зачет	Консультации перед экзаменом	Экзамен
7	144/4	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. Электромеханические переходные процессы									
1.1.	Введение. Режимы работы синхронных машин	7	6	2		4	4	КТ 1	Устный опрос, Задачи	ПК-1.1
1.2.	Режимы работы нагрузки системы электроснабжения	7	6	2		4	4	КТ 1	Устный опрос, Задачи	ПК-2.1, ПК-1.2
1.3.	Основы статической устойчивости систем электроснабжения	7	6	2		4	8	КТ 2	Устный опрос, Задачи	ПК-2.3, ПК-2.4

1.4.	Основы динамической устойчивости систем электроснабжения	7	18	2		16	8	КТ 2	Устный опрос, Задачи	ПК-2.1, ПК-2.2
2.	2 раздел. Режимная надежность систем электроснабжения									
2.1.	Режимы работы генераторов в системах электроснабжения	7	6	2		4	8	КТ 3	Устный опрос, Задачи	ПК-1.3
2.2.	Режимы работы электродвигателей в системах электроснабжения	7	8	4		4	8	КТ 3	Устный опрос, Задачи	ПК-1.1
2.3.	Повышение режимной надежности работы систем электроснабжения	7	2	2			8	КТ 3	Устный опрос, Задачи	ПК-2.2, ПК-1.3
2.4.	Методы расчета режимов работы электрооборудования в системах электроснабжения	7	2	2			6	КТ 3	Устный опрос, Задачи	ПК-2.3, ПК-2.4
2.5.	Промежуточная аттестация	7								ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
	Промежуточная аттестация	Эк								
	Итого		144	18		36	54			
	Итого		144	18		36	54			

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
Введение. Режимы работы синхронных машин	Введение. Режимы работы синхронных машин	2/-
Режимы работы нагрузки системы электроснабжения	Режимы работы нагрузки системы электроснабжения	2/2
Основы статической устойчивости систем электроснабжения	Основы статической устойчивости систем электро-снабжения	2/2
Основы динамической устойчивости систем электроснабжения	Основы динамической устойчивости систем электроснабжения	2/-
Режимы работы генераторов в системах электроснабжения	Режимы работы генераторов в системах электроснабжения	2/-
Режимы работы электродвигателей в системах электроснабжения	Режимы работы электродвигателей в системах электроснабжения	4/-
Повышение режимной надежности работы систем электроснабжения	Повышение режимной надежности работы систем электроснабжения	2/-
Методы расчета режимов работы	Методы расчета режимов работы	2/-

электрооборудования в системах электроснабжения	электрооборудования в системах электроснабжения	
Итого		18

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
Введение. Режимы работы синхронных машин	Введение. Режимы работы синхронных машин	лаб.	4
Режимы работы нагрузки системы электроснабжения	Режимы работы нагрузки системы электроснабжения	лаб.	4
Основы статической устойчивости систем электроснабжения	Основы статической устойчивости систем электро-снабжения	лаб.	4
Основы динамической устойчивости систем электроснабжения	Основы динамической устойчивости систем электроснабжения	лаб.	16
Режимы работы генераторов в системах электроснабжения	Режимы работы генераторов в системах электроснабжения	лаб.	4
Режимы работы электродвигателей в системах электроснабжения	Режимы работы электродвигателей в системах электроснабжения	лаб.	4

5.3. Курсовой проект (работа) учебным планом предусмотрен

5.4. Самостоятельная работа обучающегося

Темы и/или виды самостоятельной работы	Часы
Введение. Режимы работы синхронных машин	4
Режимы работы нагрузки системы электроснабжения	4

Основы статической устойчивости систем электро-снабжения	8
Основы динамической устойчивости систем электроснабжения	8
Режимы работы генераторов в системах электроснабжения	8
Режимы работы электродвигателей в системах электроснабжения	8
Повышение режимной надежности работы систем электроснабжения	8
Методы расчета режимов работы электрооборудования в системах электроснабжения	6

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

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающегося по дисциплине «Режимы работы электрооборудования систем электроснабжения» 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 «Режимы работы электрооборудования систем электроснабжения».

2. Методические рекомендации для организации самостоятельной работы обучающегося по дисциплине «Режимы работы электрооборудования систем электроснабжения».

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	Введение. Режимы работы синхронных машин. Введение. Режимы работы синхронных машин	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4, Л1.5	Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5, Л2.6, Л2.7	Л3.2
2	Режимы работы нагрузки системы электроснабжения. Режимы работы нагрузки системы электроснабжения	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4, Л1.5	Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5, Л2.6, Л2.7	Л3.2
3	Основы статической устойчивости систем электроснабжения. Основы статической устойчивости систем электро-снабжения	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4, Л1.5	Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5, Л2.6, Л2.7	Л3.2
4	Основы динамической устойчивости систем электроснабжения. Основы динамической устойчивости систем электроснабжения	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4, Л1.5	Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5, Л2.6, Л2.7	Л3.2
5	Режимы работы генераторов в системах электроснабжения. Режимы работы генераторов в системах электроснабжения	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4, Л1.5	Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5, Л2.6, Л2.7	Л3.2
6	Режимы работы электродвигателей в системах электроснабжения. Режимы работы электродвигателей в системах электроснабжения	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4, Л1.5	Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5, Л2.6, Л2.7	Л3.2
7	Повышение режимной надежности работы систем электроснабжения. Повышение режимной надежности работы систем электроснабжения	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4, Л1.5	Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5, Л2.6, Л2.7	Л3.2
8	Методы расчета режимов работы электрооборудования в системах электроснабжения. Методы расчета режимов работы электрооборудования в системах электроснабжения	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4, Л1.5	Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5, Л2.6, Л2.7	Л3.2

7. Фонд оценочных средств (оценочных материалов) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Режимы работы электрооборудования систем электроснабжения»

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 «Режимы работы электрооборудования систем электроснабжения» 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 «Режимы работы электрооборудования систем электроснабжения» 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
7 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
7 семестр			
КТ 1	Устный опрос	5	5 баллов - выставляется, когда студентом дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, явлений. 3 балла - выставляется, когда студентом дан развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, в основном раскрыт обсуждаемый вопрос; в ответе прослеживается логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий и явлений. 2 балла - выставляется, когда студентом дан не полный ответ на поставленный вопрос, слабо раскрыты основные положения вопросов; в ответе нарушается структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий. 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

КТ 1	Задачи	5	Критерии оценки практико-ориентированных задач – задачи направленные на использование приобретенных знаний и умений в практической деятельности 10 баллов. Задача решена в обозначенный преподавателем срок. В решении нет ошибок, получен верный ответ, задача решена рациональным способом. Сделаны правильные выводы. 7 баллов. Задача решена своевременно в целом верно, но допущены незначительные ошибки, не искажающие выводы 3 баллов. Задача решена с задержкой в целом верно, но допущены незначительные ошибки, не искажающие выводы. 0 баллов. Задача не решена.
------	--------	---	---

КТ 2	Устный опрос	5	5 баллов - выставляется, когда студентом дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, явлений. 3 балла - выставляется, когда студентом дан развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, в основном раскрыт обсуждаемый вопрос; в ответе прослеживается логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий и явлений. 2 балла - выставляется, когда студентом дан не полный ответ на поставленный вопрос, слабо раскрыты основные положения вопросов; в ответе нарушается структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий. 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
------	--------------	---	---

КТ 2	Задачи	5	Критерии оценки практико-ориентированных задач – задачи направленные на использование приобретенных знаний и умений в практической деятельности 10 баллов. Задача решена в обозначенный преподавателем срок. В решении нет ошибок, получен верный ответ, задача решена рациональным способом. Сделаны правильные выводы. 7 баллов. Задача решена своевременно в целом верно, но допущены незначительные ошибки, не искажающие выводы 3 баллов. Задача решена с задержкой в целом верно, но допущены незначительные ошибки, не искажающие выводы. 0 баллов. Задача не решена.
------	--------	---	---

КТ 3	Устный опрос	5	5 баллов - выставляется, когда студентом дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, явлений. 3 балла - выставляется, когда студентом дан развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, в основном раскрыт обсуждаемый вопрос; в ответе прослеживается логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий и явлений. 2 балла - выставляется, когда студентом дан не полный ответ на поставленный вопрос, слабо раскрыты основные положения вопросов; в ответе нарушается структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий. 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
------	--------------	---	--

КТ 3	Задачи	5	Критерии оценки практико-ориентированных задач – задачи направленные на использование приобретенных знаний и умений в практической деятельности 10 баллов. Задача решена в обозначенный преподавателем срок. В решении нет ошибок, получен верный ответ, задача решена рациональным способом. Сделаны правильные выводы. 7 баллов. Задача решена своевременно в целом верно, но допущены незначительные ошибки, не искажающие выводы 3 баллов. Задача решена с задержкой в целом верно, но допущены незначительные ошибки, не искажающие выводы. 0 баллов. Задача не решена.
------	--------	---	---

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения на промежуточной аттестации

При проведении итоговой аттестации «зачет» («дифференцированный зачет», «экзамен») преподавателю с согласия студента разрешается выставить 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 промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины «Режимы работы электрооборудования

систем электроснабжения»

Вопросы для устного опроса для сдачи контрольных точек

1. В чем причина возникновения электромеханического переходного процесса?
2. От чего зависит поведение электрических машин при возникновении электромеханического переходного процесса?
3. Какие допущения принимаются при изучении электромеханических переходных процессов?
4. Что понимают под математической моделью электроэнергетической системы?
5. Какую зависимость называют угловой характеристикой мощности?
6. Что называют пределом передаваемой мощности?
7. Какую электроэнергетическую систему называют простейшей и какую сложной?
8. Изобразите и дайте пояснения к векторной диаграмме простейшей системы.
9. Какие сопротивления называют собственными и взаимными?
10. Что называют узлом нагрузки?
11. Какие характеристики нагрузки называют статическими
12. Перечислите типы механизмов, момент сопротивления которых зависит от скольжения в первой степени, во второй и не зависит вовсе.
13. Что называют регулирующим эффектом активной и реактивной мощности по напряжению и частоте?
14. Баланс активных и реактивных мощностей в сложной энергосистеме
15. Какую зависимость называют угловой характеристикой мощности?
16. Что называют пределом передаваемой мощности?
17. Что понимают под математической моделью электроэнергетической системы?
18. Какие сопротивления называют собственными и взаимными в модели сложной электроэнергетической системы?
19. Что называют регулирующим эффектом активной и реактивной мощности по напряжению и частоте?
20. Изобразите статические характеристики комплексной нагрузки и покажите, в каком диапазоне напряжений регулирующие эффекты положительны.
21. Как можно представить узел комплексной нагрузки в расчетах режимов электрической системы?
22. Какой процесс описывает уравнение относительного движения ротора синхронной машины?
23. В чем особенности автоматических регуляторов возбуждения пропорционального типа (АРВ - ПТ) и АРВ сильного действия (АРВ - СД)?
24. Как учитывают в расчетах наличие на генераторах электростанции АРВ ПТ и АРВ - СД?
25. как рассчитывается активная мощность, передаваемая в систему генератором
26. Как рассчитывается реактивная мощность, отдаваемая генератором в систему
27. Как влияет изменение напряжения на работу синхронных и асинхронных двигателей?
28. Что понимают под опрокидыванием двигателей?
29. Какое напряжение называют критическим?
30. Что называют лавиной напряжения?
31. Как влияет снижение частоты на работу двигателей?
32. Что является причиной появления несимметрии и несинусоидальности питающего напряжения в узле нагрузки?
33. Как влияют несимметрия и несинусоидальность питающего напряжения на работу электродвигателей?
34. Какие характеристики нагрузки называют статическими?
35. Перечислите типы механизмов, момент сопротивления которых зависит от скольжения в первой степени, во второй и не зависит вовсе.
36. Что называют регулирующим эффектом активной и реактивной (мощности по напряжению и частоте?

37. Изобразите статические характеристики комплексной нагрузки и покажите, в каком диапазоне напряжений регулирующие эффекты положительны.
38. Как можно представить узел комплексной нагрузки в расчетах режимов электрической системы?
39. Поясните понятие критического напряжения для двигательной нагрузки
40. Какую цель преследуют при расчетах динамической устойчивости?
41. Какие методы используют для расчетов динамической устойчивости?
42. В чем сущность правила площадей?
43. Что такое предельное время отключения генератора, предельное время включения электродвигателя?
44. К какому виду уравнений относится уравнение относительного движения ротора генератора и при каких условиях оно может быть решено аналитически?
45. Какое основное допущение принимается при использовании метода последовательных интервалов?
46. Как влияет учет регуляторов возбуждения и скорости на выбор расчетного интервала?
47. Нарисуйте угловую характеристику мощности синхронного генератора, укажите область устойчивой и неустойчивой работы, максимальную передаваемую мощность
48. Поясните различие угловых характеристик для различных типов генератора (турбогенератор и гидрогенератор)
49. Как тип АРВ влияет на характеристики генератора
50. Какие типы АРВ генераторов применяются.
51. Назовите основные методы исследования динамической устойчивости.

Задачи для сдачи контрольных точек

Задача 1. Для простейшей электроэнергетической системы (ЭЭС), приведенной на рисунке, составить схему замещения и привести параметры этой схемы к базисным условиям с пересчетом в относительные единицы. Исходные данные для элементов ЭЭС приведены в табл. Все величины в таблице отнесены к номинальной мощности соответствующего элемента и его номинальному напряжению

Рисунок – Схема ЭЭС.

Таблица

Задача 2. Для простейшей электроэнергетической системы, содержащей неявнополусные синхронные машины, схема замещения которой приведена на рисунке, рассчитать параметры исходного установившегося режима для трех возможных вариантов регулирования возбуждения: нерегулируемый генератор; генератор с АРВ ПД; генератор с АРВ СД и построить векторную диаграмму. Параметры схемы замещения следующие (в относительных единицах): $X_T=0,28$, $X_{L1}=0,186$, $X_{T1}=0,098$, $X_{T2}=0,066$, $P_N=2$, $Q_N=1,344$, $U_c=1$

Р

Рисунок – Схема замещения ЭЭС

Задача 3 Для схемы, приведенной на рисунке, рассчитать пределы передаваемой мощности для трех возможных вариантов регулирования возбуждения и соответствующие коэффициенты запаса статической устойчивости для двух вариантов синхронных генераторов – неявнополусных и явнополусных. Данные для расчета приведены в таблице.

Рисунок – Схема ЭЭС.

Таблица

Задача 4 В электрической системе, приведенной на рисунке, произошло двухфазное к.з. на землю на расстоянии l_a от шин станции. Выключатель Q1 со стороны станции отключен первой ступенью дистанционной защиты, действующей без выдержки времени. Выключатель Q2 – со стороны системы – отключен второй ступенью дистанционной защиты, имеющей выдержку времени на срабатывание 0,5 сек. Определить сопротивления исходного, аварийных и послеаварийного режимов и построить угловые характеристики мощности.

Рисунок – схема ЭЭС

Задача 5. В электрической системе, приведенной на рисунке, произошло двухфазное к.з. на расстоянии $l_a = 15$ км от шин ТЭС. Выключатель Q1 со стороны станции отключен первой ступенью дистанционной защиты, действующей без выдержки времени: $tp_{z1} = 0$ с., $t_{отк} Q1 = 0,1$ с. Выключатель Q2 – со стороны системы – отключен второй ступенью дистанционной защиты, имеющей выдержку времени на срабатывание: $tp_{z2} = 0,15$ с., $t_{отк} Q2 = 0,1$ с. АПВ с контролем отсутствия напряжения (АПВ КОН) установлена на выключателе Q1: $t_{апвкон} = 0,15$ с., $t_{вкл} Q1 = 0,1$ с. АПВ с контролем наличия напряжения (АПВ КНН) установлена на выключателе Q2: $t_{апвкнн} = 0,1$ с., $t_{вкл} Q2 = 0,1$ с. Данные для расчета приведены в таблице.

Рисунок – Схема ЭЭС.

Таблица

Вопросы к экзамену

Виды переходных процессов в ЭЭС, основные допущения и методы анализа электромеханических переходных процессов.

Мощности в линейной системе. Представление нагрузок.

Требования к режимам ЭЭС. Условия существования установившегося режима.

Устойчивость режимов в ЭЭС и методы ее исследования.

Оценка статической устойчивости ЭЭС.

Оценка устойчивости перехода от одного установившегося режима к другому.

Оценка качества переходных процессов

Характеристики СМ при синхронной скорости вращения.

Основные виды АРВ, их структурные схемы и передаточные функции.

Уравнения движения ротора синхронной машины.

Характеристики комплексной нагрузки ЭЭС.

Статические и динамические характеристики элементов нагрузок.

Практические критерии статической устойчивости.

Предельные показатели режима работы станции (предельная мощность и критическое напряжение)

Метод малых колебаний для анализа статической устойчивости.

Алгебраические и частотные критерии статической устойчивости.

Статическая устойчивость нерегулируемой системы. Самораскачивание.

Статическая устойчивость нерегулируемой системы. Самовозбуждение.

Характеристическое уравнение регулируемой системы.

Статическая устойчивость регулируемой системы при АРВ пропорционального действия.

Статическая устойчивость регулируемой системы при АРВ сильного действия.

Практические критерии динамической устойчивости. Способ площадей.

Предельный угол отключения КЗ.

Динамическая устойчивость простейшей системы при однофазном, двухфазном и трехфазном КЗ.

Устойчивость при наличии АПВ линий электропередачи.
 Способ площадей при исследовании двух станций.
 Влияние демпфирования и регуляторов скорости на динамическую устойчивость.
 Предельное время отключения КЗ.
 Полный сброс мощности синхронного генератора.
 Качания ротора СМ под действием внешней силы.
 Метод последовательных интервалов.
 Статическая устойчивость узлов нагрузки.
 Лавина напряжения. Опрокидывание двигателей.
 Пуск асинхронных двигателей.
 Пуск синхронных двигателей.
 Уравнение движения при пуске и его интегрирование.
 Резкие изменения в системах электроснабжения.
 Самозапуск двигателей.
 Полные уравнения сложной системы.
 Упрощенные уравнения сложной системы.
 Статическая устойчивость сложной системы.
 Расчет динамической устойчивости в сложной системе.
 Характеристики СМ при несинхронной скорости вращения
 Асинхронные режимы в ЭЭС
 Результирующая устойчивость
 Включение синхронного генератора на параллельную работу с системой
 Статические и динамические характеристики системы при изменении частоты
 Изменение частоты в ЭЭС. Лавина частоты
 Надежность и живучесть ЭЭС
 Улучшение характеристик основных элементов ЭЭС
 Регулирующие устройства, повышающие надежность
 Мероприятия режимного характера для повышения устойчивости ЭЭС.
 Использование ЭВМ для анализа и расчета статической и динамической устойчивости.
 Методические и нормативные указания по расчету статической и динамической устойчивости.
 Режимная надежность ЭЭС и методы ее оценки.
 Уравнения для расчета установившегося режима ЭЭС

Задание на Курсовую работу по дисциплине «Режимы работы электрооборудования систем электроснабжения»

1. Для электроэнергетической системы (ЭЭС), приведенной на рисунке, составить схему замещения и привести параметры этой схемы к базисным условиям с пересчетом в относительные единицы.
2. Рассчитать параметры исходного установившегося режима для трех возможных вариантов регулирования возбуждения: нерегулируемый генератор; генератор с АРВ ПД; генератор с АРВ СД и построить векторную диаграмму.
3. Рассчитать пределы передаваемой мощности для трех возможных вариантов регулирования возбуждения и соответствующие коэффициенты запаса статической устойчивости.
4. Выполнить приближенную оценку устойчивости динамического перехода при $E_q = \text{const}$ для двух вариантов электромеханического переходного процесса: 1) АПВ успешное; 2) АПВ неуспешное, действие защиты линии – как и при первом отключении к.з.
5. Выполнить уточненную оценку устойчивости динамического перехода при простейшем учете действия АРВ и отсутствии контроля напряжения на шинах генератора. Кратность форсировки возбуждения принять $k_{\text{форс}}=2,5$. Рассмотреть только вариант успешного АПВ.
6. Выполнить уточненную оценку устойчивости динамического перехода – с учетом действия АРВ
7. Для проверки устойчивости комплексной нагрузки, включающей в себя осветительную нагрузку и асинхронные двигатели, построить зависимости $E_{\text{экв}} = f(U)$ и $Q_{\text{экв}} = f$

(ЕЭКВ), воспользоваться практическими критериями устойчивости комплексной нагрузки, выключатель Q3 отключен.

8. Рассчитать коэффициент запаса устойчивости нагрузки для следующих случаев: 1) выключатель Q3 включен; 2) выключатель Q3 отключен, генератор не имеет АРВ; 3) выключатель Q3 отключен, на генераторе установлено АРВ ПД; 4) выключатель Q3 отключен, на генераторе – АРВ СД.

9. При питании нагрузки только от системы неограниченной мощности (подпитка шин определить предельное время перерыва электроснабжения при отключении выключателя Q3.

Схема ЭЭС приведена на рисунке, исходные данные в таблице 1, сценарии развития аварии в таблице 2, характеристики нагрузки в таблице 3.

Рисунок – Схема ЭЭС

Таблица 1

Генератор		Тип	S _{ном} , X _q	X'd	X2	TJ				
Вариант	nГ									
МВА	Тдо,	Xd	Xq	X'd	X2	TJ				
с	Te,									
с										
с										
1	ТГ	40	4	2,45	-	0,24	0,17	6,0	10,4	0,15
2	ТГ	75	4	1,6	-	0,28	0,24	7,4	4,9	0,12
3	ТГ	117,5	3	1,78	-	0,26	0,22	7,0	6,4	0,4
4	ТГ	125	3	1,91	-	0,278	0,234	10,0	6,4	0,25
5	ТГ	188	3	1,7	-	0,3	0,26	5,0	5,4	0,1
6	ТГ	235	3	1,88	-	0,27	0,23	8,0	6,38	0,3
7	ТГ	260	2	2,32	-	0,3	0,25	6,5	5,0	0,15
8	ТГ	350	2	2,2	-	0,3	0,245	9,0	7,0	0,08
9	ТГ	353	2	2,19	-	0,3	0,24	8,5	6,5	0,12
10	ТГ	588	2	2,48	-	0,4	0,33	12,0	6,7	0,2
11	ГГ	71,5	4	0,77	0,46	0,32	0,3	4,0	9,2	0,1
12	ГГ	80,0	4	1,06	0,64	0,26	0,2	4,4	7,6	0,3
13	ГГ	85,0	4	1,23	0,74	0,34	0,26	5,0	5,2	0,22
14	ГГ	100	4	0,87	0,53	0,22	0,25	6,0	6,7	0,37
15	ГГ	130	4	1,05	0,63	0,32	0,3	7,0	8,1	0,12
16	ГГ	190	3	1,1	0,66	0,38	0,35	7,5	6,0	0,4
17	ГГ	180	3	0,73	0,44	0,29	0,3	6,0	5,0	0,2
18	ГГ	206	3	1,02	0,61	0,33	0,2	7,8	4,8	0,4
19	ГГ	306	2	1,65	1,02	0,44	0,28	10,0	5,2	0,15
20	ГГ	590	2	1,57	0,97	0,41	0,19	8,0	4,1	0,25

Таблица 2

Трансформаторы		Линия	
T1	T2		
Вариант	SHOM,		
МВА	Uk,%	Группа	
соед.	МВА	%	Группа
соед.	k		
T2	L,		
км	и .		
нам '			

кВ	Ом/км									
1	40	10,5	$\Delta/Y0$	2x125	14,0	Y0/Y0	110/220	60	110	0,4
2	80	10,5	$\Delta/Y0$	2x125	14,0	Y0/Y0	110/220	75	110	0,4
3	125	11,0	$\Delta/Y0$	2x200	11,5	Y0/Y0	110/220	80	110	0,4
4	125	11,0	$\Delta/Y0$	2x200	11,5	Y0/Y0	110/220	100	110	0,4
5	200	11,0	$\Delta/Y0$	2x250	11,5	Y0/Y0	220/500	70	220	0,4
6	250	11,0	$\Delta/Y0$	3x250	11,5	Y0/Y0	220/500	60	220	0,4
7	400	13,0	$\Delta/Y0$	3x250	11,5	Y0/Y0	220/500	150	220	0,4
8	400	13,0	$\Delta/Y0$	3x250	11,5	Y0/Y0	220/500	120	220	0,4
9	400	13,0	$\Delta/Y0$	3x250	11,5	Y0/Y0	330/750	200	330	0,38
10	630	13,0	$\Delta/Y0$	4x250	11,5	Y0/Y0	330/750	225	330	0,38
11	80	10,5	$\Delta/Y0$	2x200	11,5	Y0/Y0	110/220	50	110	0,4
12	80	10,5	$\Delta/Y0$	2x200	11,5	Y0/Y0	110/220	60	110	0,4
13	125	11,0	$\Delta/Y0$	2x200	11,5	Y0/Y0	110/220	40	110	0,4
14	125	11,0	$\Delta/Y0$	2x200	11,5	Y0/Y0	110/220	55	110	0,4
15	160	11,0	$\Delta/Y0$	3x200	11,5	Y0/Y0	220/500	70	220	0,4
16	200	11,0	$\Delta/Y0$	3x200	11,5	Y0/Y0	220/500	120	220	0,4
17	200	11,0	$\Delta/Y0$	3x200	11,5	Y0/Y0	220/500	110	220	0,4
18	250	11,0	$\Delta/Y0$	3x250	11,5	Y0/Y0	220/500	150	220	0,4
19	400	13,0	$\Delta/Y0$	3x250	11,5	Y0/Y0	330/750	180	330	0,38
20	630	13,0	$\Delta/Y0$	5x250	11,5	Y0/Y0	330/750	200	330	0,38

Таблица 3

Мощность, передаваемая в систему
системы

Напряжение

Вариант	P _н , МВт		cosφ	Скольжение, S0	TJ, с	UC, кВ
1	90	0,81	0,035	2	220	
2	150	0,83	0,03	6	220	
3	160	0,82	0,032	4	220	
4	170	0,84	0,025	8	220	
5	180	0,85	0,022	7	500	
6	200	0,78	0,02	9	500	
7	220	0,79	0,018	10	500	
8	250	0,80	0,017	6	500	
9	400	0,77	0,02	5	750	
10	700	0,76	0,021	8	750	
11	120	0,81	0,035	2	220	
12	150	0,83	0,03	6	220	
13	160	0,82	0,032	4	220	
14	170	0,84	0,025	8	220	
15	180	0,85	0,022	7	500	
16	200	0,78	0,02	9	500	
17	220	0,79	0,018	10	500	
18	250	0,80	0,017	6	500	
19	400	0,77	0,02	5	750	
20	800	0,76	0,021	8	750	

Таблица 4

Вари-ант Алгоритм развития аварии

1 2

A1 В точке K2 - трехфазное к.з., сопровождающееся отказом основной защиты – поперечной дифференциальной - с обеих сторон линии. В результате выключатель Q1 (со стороны T1)

отключен первой ступенью дистанционной защиты: $t_{сз}=0$ с, $t_{ов}=0,1$ с выключатель Q2 (со

стороны Т2) - второй ступенью дистанционной защиты: $t_{сз}=0,05$ с, $t_{ов}=0,1$ с, АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q2, $t_{АПВ}=0,15$ с, $t_{вв}=0,05$ с. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q1, $t_{АПВ}=0,1$ с, $t_{вв}=0,05$ с. АПВ - успешное.

А2 В точке К2 - двухфазное к.з., сопровождающееся отказом основной защиты – поперечной дифференциальной - с обеих сторон линии. В результате выключатель Q1 (со стороны Т1)

отключен первой ступенью дистанционной защиты: $t_{сз}=0$ с, $t_{ов}=0,1$ с выключатель Q2 (со стороны Т2) - второй ступенью дистанционной защиты: $t_{сз}=0,05$ с, $t_{ов}=0,1$ с, АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q2, $t_{АПВ}=0,15$ с, $t_{вв}=0,05$ с. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q1, $t_{АПВ}=0,1$ с, $t_{вв}=0,05$ с. АПВ - неуспешное.

А3 В точке К4 - трехфазное к.з., сопровождающееся отказом основной защиты – поперечной дифференциальной - с обеих сторон линии. В результате выключатель Q2 (со стороны Т2)

отключен первой ступенью дистанционной защиты: $t_{сз}=0$ с, $t_{ов}=0,1$ с выключатель Q1 (со стороны Т1) - второй ступенью дистанционной защиты: $t_{сз}=0,05$ с, $t_{ов}=0,1$ с, АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q2, $t_{АПВ}=0,15$ с, $t_{вв}=0,05$ с. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q1, $t_{АПВ}=0,1$ с, $t_{вв}=0,05$ с. АПВ - успешное.

А4 В точке К4 - однофазное к.з., сопровождающееся отказом основной защиты – поперечной дифференциальной - с обеих сторон линии. В результате выключатель Q2 (со стороны Т2)

отключен первой ступенью дистанционной защиты: $t_{сз}=0$ с, $t_{ов}=0,1$ с выключатель Q1 (со стороны Т1) - второй ступенью дистанционной защиты: $t_{сз}=0,05$ с, $t_{ов}=0,1$ с, АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q1, $t_{АПВ}=0,15$ с, $t_{вв}=0,05$ с. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q2, $t_{АПВ}=0,1$ с, $t_{вв}=0,05$ с. АПВ - неуспешное.

А5 В точке К3 на расстоянии $a=0,5l_2$ работает основная защита – поперечная диффзащита с обеих сторон линии. В результате выключатель Q1 (со стороны Т1)

отключен: $t_{сз}=0$ с, $t_{ов}=0,1$ с выключатель Q2 (со стороны Т2): $t_{сз}=0$ с, $t_{ов}=0,1$ с, АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q2, $t_{АПВ}=0,15$ с, $t_{вв}=0,05$ с. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q1, $t_{АПВ}=0,1$ с, $t_{вв}=0,05$ с. АПВ - успешное.

А6 В начале линии, находящейся под охраненным напряжением, в точке К1 – двухфазное к.з. ($b=0$) Выключатель линии отключен первой ступенью дистанционной защиты: $t_{сз}=0$, $t_{ов}=0,1$ с; Сработало АПВ: $t_{АПВ}=0,15$ с, $t_{вв}=0,05$ с. АПВ – неуспешное.. после АПВ к.з. переросло в трехфазное, работа защит - аналогичная.

А7 В точке К2 – двухфазное к.з., сопровождающееся временным отказом основной защиты – поперечной дифференциальной – на дальнем конце линии (к.з. - в зоне каскадного действия защиты). В результате выключатель Q1 (со стороны Т1) отключен основной защитой: $t_{сз}=0$, $t_{ов}=0,1$ с; выключатель Q2 (со стороны Т2) – также основной защитой, но. только после отключения Q1: $t_{сз}=0$ с, $t_{ов}=0,1$ с. АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q2, $t_{АПВ}=0,1$ с, $t_{вв}=0,05$ с. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q1, $t_{АПВ}=0,1$ с, $t_{вв}=0,05$ с. АПВ – успешное.

А8 В точке К4 – двухфазное к.з., сопровождающееся временным отказом основной защиты – поперечной дифференциальной – на ближнем конце линии (к.з. - в зоне каскадного действия защиты). В результате выключатель Q2 (со стороны Т2) отключен основной защитой: $t_{сз}=0$, $t_{ов}=0,1$ с; выключатель Q1(со стороны Т1) – также основной защитой, но только после отключения Q2: $t_{сз}=0$ с, $t_{ов}=0,1$ с. АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q1, $t_{АПВ}=0,1$ с, $t_{вв}=0,05$ с. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q2, $t_{АПВ}=0,1$ с, $t_{вв}=0,05$ с. АПВ – успешное.

А9 В точке К4 – двухфазное к.з., сопровождающееся временным отказом основной защиты – поперечной дифференциальной – на ближнем конце линии (к.з. - в зоне каскадного действия защиты). В результате выключатель Q2 (со стороны Т2) отключен основной защитой: $t_{сз}=0$, $t_{ов}=0,1$ с; выключатель Q1 (со стороны Т1) – также основной защитой, но только после отключения Q2: $t_{сз}=0$ с, $t_{ов}=0,1$ с. АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q2, $t_{АПВ}=0,1$ с, $t_{вв}=0,05$ с. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q1, $t_{АПВ}=0,1$ с, $t_{вв}=0,05$ с. АПВ – успешное.

А10 В точке К4 – двухфазное к.з., сопровождающееся временным отказом основной защиты – поперечной дифференциальной – на ближнем конце линии (к.з. - в зоне каскадного

действия защиты). В результате выключатель Q2 (со стороны Т2) отключен основной защитой: $t_{сз}=0$, $t_{ов}=0,1с$; выключатель Q1 (со стороны Т1) – также основной защитой, но только после отключения Q2: $t_{сз}=0с$, $t_{ов}=0,1с$. АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q2, $t_{АПВ}=0,1с$, $t_{вв}=0,05с$. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q1, $t_{АПВ}=0,1с$, $t_{вв}=0,05с$. АПВ – неуспешное.

A11 В точке КЗ, на расстоянии $a = 0,3 \text{ лЛ2}$ от шин станции – двухфазное к.з. Работает основ-

ная защита – поперечная дифференциальная – с обеих сторон линии. В результате выключатель Q1 (со стороны Т1) отключен: $t_{сз}=0$, $t_{ов}=0,15с$; выключатель Q2 (со стороны Т2): $t_{сз}=0с$, $t_{ов}=0,1с$. АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q1, $t_{АПВ}=0,15с$, $t_{вв}=0,05с$. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q2, $t_{АПВ}=0,1с$, $t_{вв}=0,05с$. АПВ – успешное.

A12 В точке КЗ, на расстоянии $a = 0,7 \text{ лЛ2}$ от шин станции – двухфазное к.з. Работает основ-

ная защита – поперечная дифференциальная – с обеих сторон линии. В результате выключатель Q1 (со стороны Т1) отключен: $t_{сз}=0$, $t_{ов}=0,15с$; выключатель Q2 (со стороны Т2): $t_{сз}=0с$, $t_{ов}=0,1с$. АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q1, $t_{АПВ}=0,15с$, $t_{вв}=0,05с$. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q2 $t_{АПВ}=0,1с$, $t_{вв}=0,05с$. АПВ – неуспешное.

A13 В точке К1, на расстоянии $b = 0,2 \text{ лЛ2}$ от шин станции – однофазное к.з. Выключатель линии отключен первой ступенью ТЗНП: $t_{сз}=0$, $t_{ов}=0,1с$; Сработало АПВ: $t_{АПВ}=0,2с$, $t_{вв}=0,05с$. АПВ – неуспешное, после к.з. переросло в двухфазное на землю, работа защит – аналогичная.

A14 В точке К2 – однофазное к.з. Выключатель Q1 (со стороны Т1) отключен первой ступенью ТЗНП: $t_{сз}=0$, $t_{ов}=0,1с$; выключатель Q2 (со стороны Т2) – второй ступенью ТЗНП: $t_{сз}=0,05с$, $t_{ов}=0,1с$. АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q2, $t_{АПВ}=0,15с$, $t_{вв}=0,05с$. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q1, $t_{АПВ}=0,1с$, $t_{вв}=0,05с$. АПВ – успешное.

A15 В точке К4 – однофазное к.з., сопровождающееся отказом основной защиты – поперечной дифференциальной – с обеих сторон линии. В результате выключатель Q2 (со стороны Т2) отключен первой ступенью ТЗНП: $t_{сз}=0$, $t_{ов}=0,1с$; выключатель Q1 (со стороны Т1 – второй ступенью ТЗНП: $t_{сз}=0,05с$, $t_{ов}=0,1с$. АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q1, $t_{АПВ}=0,1с$, $t_{вв}=0,05с$. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q2, $t_{АПВ}=0,1с$, $t_{вв}=0,05с$. АПВ – неуспешное. После АПВ работа защиты – аналогичная.

A16 В точке КЗ, на расстоянии $a = 0,6 \text{ лЛ2}$ от шин станции – однофазное к.з. Работает основная защита – поперечная дифференциальная – с обеих сторон линии. В результате выключатель Q1 (со стороны Т1) отключен: $t_{сз}=0$, $t_{ов}=0,1с$; выключатель Q2 (со стороны Т2): $t_{сз}=0с$, $t_{ов}=0,15с$. АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q2, $t_{АПВ}=0,15с$, $t_{вв}=0,05с$. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q1, $t_{АПВ}=0,1с$, $t_{вв}=0,05с$. АПВ – успешное.

A17 В точке К1, на расстоянии $b = 0,35 \text{ лЛ2}$ от шин станции – однофазное к.з. Выключатель линии отключен первой ступенью ТЗНП: $t_{сз}=0$, $t_{ов}=0,1с$; Сработало АПВ: $t_{АПВ}=0,2с$, $t_{вв}=0,05с$. АПВ – неуспешное, после АПВ к.з. переросло в двухфазное на землю, работа защит – аналогичная.

A18 В точке КЗ, на расстоянии $a = 0,38 \text{ лЛ2}$ от шин станции – однофазное к.з. Работает основная защита – поперечная дифференциальная – с обеих сторон линии. В результате выключатель Q1 (со стороны Т1) отключен: $t_{сз}=0$, $t_{ов}=0,1с$; выключатель Q2 (со стороны Т2): $t_{сз}=0с$, $t_{ов}=0,15с$. АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q2, $t_{АПВ}=0,15с$, $t_{вв}=0,05с$. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q1, $t_{АПВ}=0,1с$, $t_{вв}=0,05с$. АПВ – неуспешное.

A19 В точке К2 – трехфазное к.з., сопровождающееся отказом основной защиты – поперечной дифференциальной – с обеих сторон линии. В результате выключатель Q1 (со стороны Т1) отключен первой ступенью дистанционной защиты: $t_{сз}=0$, $t_{ов}=0,1с$; выключатель Q2 (со стороны Т2) – второй ступенью дистанционной защиты: $t_{сз}=0,05с$, $t_{ов}=0,1с$.

АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q2, $t_{АПВ}=0,15с$, $t_{вв}=0,05с$. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q1, $t_{АПВ}=0,1с$, $t_{вв}=0,05с$. АПВ – успешное.

A20 В точке К2 – двухфазное к.з. на землю, сопровождающееся отказом основной защиты – поперечной дифференциальной – с обеих сторон линии. В результате выключатель Q1 (со стороны Т1) отключен первой ступенью дистанционной защиты: $t_{сз}=0$, $t_{ов}=0,1с$;

выключатель Q2 (со стороны T2) – второй ступенью дистанционной защиты:

$t_{сз} = 0,05$ с, $t_{ов} = 0,1$ с. АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q2, $t_{АПВ} = 0,15$ с, $t_{вв} = 0,05$ с. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q1, $t_{АПВ} = 0,1$ с, $t_{вв} = 0,05$ с. АПВ – неуспешное.

A21 В точке K4 – трехфазное к.з., сопровождающееся отказом основной защиты – поперечной дифференциальной – с обеих сторон линии. В результате выключатель Q2 (со стороны T2) отключен первой ступенью дистанционной защиты: $t_{сз} = 0$, $t_{ов} = 0,1$ с; выключатель Q1 (со стороны T1) – второй ступенью дистанционной защиты: $t_{сз} = 0,05$ с, $t_{ов} = 0,1$ с. АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q1, $t_{АПВ} = 0,15$ с, $t_{вв} = 0,05$ с. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q2, $t_{АПВ} = 0,1$ с, $t_{вв} = 0,05$ с. АПВ – успешное.

A22 В точке K4 – однофазное к.з., сопровождающееся отказом основной защиты – поперечной дифференциальной – с обеих сторон линии. В результате выключатель Q2 (со стороны T2) отключен первой ступенью ТЗНП: $t_{сз} = 0$, $t_{ов} = 0,1$ с; выключатель Q1 (со стороны T1) – второй ступенью ТЗНП: $t_{сз} = 0,05$ с, $t_{ов} = 0,1$ с. АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q1, $t_{АПВ} = 0,15$ с, $t_{вв} = 0,05$ с. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q2, $t_{АПВ} = 0,1$ с, $t_{вв} = 0,05$ с. АПВ – неуспешное.

A23 В точке K3, на расстоянии $a = 0,55$ л Л2 от шин станции – трехфазное к.з. Работает основная защита – поперечная дифференциальная – с обеих сторон линии. В результате выключатель Q1 (со стороны T1) отключен: $t_{сз} = 0$, $t_{ов} = 0,1$ с; выключатель Q2 (со стороны T2): $t_{сз} = 0$ с, $t_{ов} = 0,15$ с. АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q2 $t_{АПВ} = 0,15$ с, $t_{вв} = 0,05$ с. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q1, $t_{АПВ} = 0,1$ с, $t_{вв} = 0,05$ с. АПВ – успешное.

A24 В точке K1, на расстоянии $b = 0,25$ л Л2 от шин станции – двухфазное к.з. Выключатель

линии отключен первой ступенью дистанционной защиты: $t_{сз} = 0$, $t_{ов} = 0,1$ с; Сработало АПВ: $t_{АПВ} = 0,15$ с, $t_{вв} = 0,05$ с. АПВ – неуспешное, после АПВ к.з. переросло в трехфазное, работа защит - аналогичная. Как изменится развитие переходного процесса, если спустя 0,1с после аварии произойдет отключение части генераторов (25% от активной мощности нагрузки)?

A25 В точке K2 – двухфазное к.з., сопровождающееся временным отказом основной защиты – поперечной дифференциальной – на дальнем конце линии (к.з. - в зоне каскадного действия защиты). В результате выключатель Q1 (со стороны T1) отключен основной защитой: $t_{сз} = 0$, $t_{ов} = 0,1$ с; выключатель Q2 (со стороны T2) – также основной защитой, но только после отключения Q1: $t_{сз} = 0$ с, $t_{ов} = 0,1$ с. АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q2, $t_{АПВ} = 0,1$ с, $t_{вв} = 0,05$ с. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q1, $t_{АПВ} = 0,1$ с, $t_{вв} = 0,05$ с. АПВ – успешное.

A26 В точке K4 – двухфазное к.з., сопровождающееся временным отказом основной защиты – поперечной дифференциальной – на ближнем конце линии (к.з. - в зоне каскадного действия защиты). В результате выключатель Q2 (со стороны T2) отключен основной защитой: $t_{сз} = 0$, $t_{ов} = 0,1$ с; выключатель Q1 (со стороны T1) – также основной защитой, но только после отключения Q2: $t_{сз} = 0$ с, $t_{ов} = 0,1$ с. АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q1, $t_{АПВ} = 0,1$ с, $t_{вв} = 0,05$ с. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q2, $t_{АПВ} = 0,1$ с, $t_{вв} = 0,05$ с. АПВ – успешное.

A27 В точке K4 – двухфазное к.з., сопровождающееся временным отказом основной защиты – поперечной дифференциальной – на ближнем конце линии (к.з. - в зоне каскадного действия защиты). В результате выключатель Q2 (со стороны T2) отключен основной защитой: $t_{сз} = 0$, $t_{ов} = 0,1$ с; выключатель Q1 (со стороны T1) – также основной защитой, но только после отключения Q2: $t_{сз} = 0$ с, $t_{ов} = 0,1$ с. АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q2, $t_{АПВ} = 0,1$ с, $t_{вв} = 0,05$ с. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q1, $t_{АПВ} = 0,1$ с, $t_{вв} = 0,05$ с. АПВ – успешное.

A28 В точке K4 – двухфазное к.з., сопровождающееся временным отказом основной защиты – поперечной дифференциальной – на ближнем конце линии (к.з. - в зоне каскадного действия защиты). В результате выключатель Q2 (со стороны T2) отключен основной защитой: $t_{сз} = 0$, $t_{ов} = 0,1$ с; выключатель Q1 (со стороны T1) – также основной защитой, но только после отключения Q2: $t_{сз} = 0$ с, $t_{ов} = 0,1$ с. АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q1, $t_{АПВ} = 0,1$ с, $t_{вв} = 0,05$ с. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q2, $t_{АПВ} = 0,1$ с, $t_{вв} = 0,05$ с. АПВ – неуспешное.

A29 В точке K3, на расстоянии $a = 0,6$ л Л2 от шин станции – двухфазное к.з. Работает

основная защита – поперечная дифференциальная – с обеих сторон линии. В результате выключатель Q1 (со стороны Т1) отключен: $t_{сз}=0$, $t_{ов}=0,15$ с; выключатель Q2 (со стороны Т2): $t_{сз}=0$ с, $t_{ов}=0,1$ с. АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q1, $t_{АПВ}=0,15$ с, $t_{вв}=0,05$ с. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q2, $t_{АПВ}=0,1$ с, $t_{вв}=0,05$ с. АПВ – успешное.

A30 В точке КЗ, на расстоянии $a = 0,4$ л Л2 от шин станции – двухфазное к.з. Работает основная защита – поперечная дифференциальная – с обеих сторон линии. В результате выключатель Q1 (со стороны Т1) отключен: $t_{сз}=0$, $t_{ов}=0,15$ с; выключатель Q2 (со стороны Т2): $t_{сз}=0$ с, $t_{ов}=0,1$ с. АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q1, $t_{АПВ}=0,15$ с, $t_{вв}=0,05$ с. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q2,

$t_{АПВ}=0,1$ с, $t_{вв}=0,05$ с. АПВ – неуспешное.

A31 В точке К1, на расстоянии $b = 0,65$ л Л2 от шин станции – однофазное к.з. Выключатель линии отключен второй ступенью ТЗНП: $t_{сз}=0,05$, $t_{ов}=0,1$ с; Сработало АПВ: $t_{АПВ}=0,25$ с, $t_{вв}=0,05$ с. АПВ – неуспешное, после АПВ к.з. переросло в двухфазное на землю, работа защит - аналогичная.

A32 В точке К2 – однофазное к.з. Выключатель Q1 (со стороны Т1) отключен первой ступенью ТЗНП: $t_{сз}=0$, $t_{ов}=0,1$ с; выключатель Q2 (со стороны Т2) – второй ступенью ТЗНП: $t_{сз}=0,05$ с, $t_{ов}=0,1$ с. АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q2, $t_{АПВ}=0,15$ с, $t_{вв}=0,05$ с. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q1, $t_{АПВ}=0,1$ с, $t_{вв}=0,05$ с. АПВ – успешное.

A33 В точке К4 – однофазное к.з., сопровождающееся отказом основной защиты – поперечной дифференциальной – с обеих сторон линии. В результате выключатель Q2 (со стороны Т2) отключен первой ступенью ТЗНП: $t_{сз}=0$, $t_{ов}=0,1$ с; выключатель Q1 (со стороны Т1) – второй ступенью ТЗНП: $t_{сз}=0,05$ с, $t_{ов}=0,1$ с. АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q1, $t_{АПВ}=0,1$ с, $t_{вв}=0,05$ с. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q2, $t_{АПВ}=0,1$ с, $t_{вв}=0,05$ с. АПВ – неуспешное. После АПВ развитие аварии – аналогичное.

A34 В точке КЗ, на расстоянии $a = 0,45$ л Л2 от шин станции – однофазное к.з. Работает основная защита – поперечная дифференциальная – с обеих сторон линии. В результате выключатель Q1 (со стороны Т1) отключен: $t_{сз}=0$, $t_{ов}=0,1$ с; выключатель Q2 (со стороны Т2): $t_{сз}=0$ с, $t_{ов}=0,15$ с. АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q2, $t_{АПВ}=0,15$ с, $t_{вв}=0,05$ с. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q1, $t_{АПВ}=0,1$ с, $t_{вв}=0,05$ с. АПВ – успешное.

A35 В точке К1, на расстоянии $b = 0,75$ л Л2 от шин станции – двухфазное к.з. Выключатель

линии отключен второй ступенью дистанционной защиты: $t_{сз}=0,05$, $t_{ов}=0,1$ с; Сработало АПВ: $t_{АПВ}=0,25$ с, $t_{вв}=0,05$ с. АПВ – неуспешное, после АПВ к.з. переросло в трехфазное, работа защит - аналогичная.

A36 В точке КЗ, на расстоянии $a = 0,5$ л Л2 от шин станции – однофазное к.з. Работает основная защита – поперечная дифференциальная – с обеих сторон линии. В результате выключатель Q1 (со стороны Т1) отключен: $t_{сз}=0$, $t_{ов}=0,1$ с; выключатель Q2 (со стороны Т2): $t_{сз}=0$ с, $t_{ов}=0,15$ с. АПВ с контролем отсутствия напряжения - на Q2 $t_{АПВ}=0,15$ с, $t_{вв}=0,05$ с. АПВ с контролем наличия напряжения - на Q1, $t_{АПВ}=0,15$ с, $t_{вв}=0,05$ с. АПВ – неуспешное.

Вопросы для защиты курсовой работы

1. Дать понятие статической устойчивости электрической системы.
2. Какие требования должны быть соблюдены, чтобы генератор, работающий в простейшей системе, отдавал активную мощность в приёмную систему?
3. Каковы особенности явнополюсной синхронной машины при анализе устойчивости?
4. Чем представляется в схеме замещения синхронная машина без АРВ, с АРВ ПД и АРВ СД при упрощённых расчётах устойчивости?
5. Как выражается критерий статической устойчивости?
6. Как следует изменить ток возбуждения генератора при росте и уменьшении угла δ для улучшения устойчивости и затухания колебаний?
7. Дать понятие динамической устойчивости
8. Как записывается критерий динамической устойчивости простейшей системы?
9. Как определяются предельный угол и время отключения к.з?
10. Какой характер имеют изменения угла генератора во времени при сохранении устойчивости и её потере?

11. Какое влияние оказывает постоянная инерция генератора на динамическую устойчивость?

12. Как влияет удаление точки трехфазного КЗ. от начала линии на величину максимума активной мощности аварийного режима (одноцепная и двухцепная передачи)?

13. В каких случаях можно получить аналитическое решение уравнения движения ротора синхронного генератора?

14. Как меняете запас статической устойчивости асинхронного двигателя при увеличении мощности питающего его генератора?

15. Как выражаются прямой и вторичной критерии устойчивости узла нагрузки?

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 Немировский А. Е., Сергиевская И. Ю. Электрооборудование электрических сетей, станций и подстанций [Электронный ресурс]:учеб. пособие ; ВО - Бакалавриат, Магистратура. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2020. - 174 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/document?id=361762>

Л1.2 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>

Л1.3 Коган Ф. Л. Развитие конструкций, параметры и режимы мощных турбогенераторов [Электронный ресурс]:учеб. пособие ; ВО - Бакалавриат, Магистратура. - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2022. - 325 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/document?id=399458>

Л1.4 Кокин С. Е., Дмитриев С. А. Проектирование подстанций распределительного электросетевого комплекса [Электронный ресурс]:учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 – «электроэнергетика и электротехника». - Москва: НИУ МЭИ, 2018. - 232 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/276875>

Л1.5 Миронова А. Н., Миронов Ю. М. Электрооборудование и электроснабжение электротехнологических установок [Электронный ресурс]:учеб. пособие; ВО - Бакалавриат. - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2022. - 470 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/document?id=386066>

дополнительная

Л2.1 Коломиец Н. В., Пономарчук Н. Р. Режимы работы и эксплуатация электрооборудования электрических станций [Электронный ресурс]:учеб. пособие; ВО - Бакалавриат, Магистратура. - Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2015. - 72 с. – Режим доступа: <http://new.znanium.com/go.php?id=674038>

Л2.2 Лыкин А. В. Электрические системы и сети [Электронный ресурс]:учебник ; ВО - Аспирантура, Бакалавриат, Магистратура. - Новосибирск: НГТУ, 2017. - 363 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/118089>

Л2.3 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>

Л2.4 Ополева Г. Н. Схемы и подстанции электроснабжения. Справочник:учеб. пособие для студентов вузов по специальностям: "Электрические станции", "Электроэнергетические системы и сети", "Электроснабжение". - М.: ФОРУМ; ИНФРА-М, 2008. - 480 с.

Л2.5 Шаров Ю. В., Хорольский В. Я., Таранов М. А., Шемякин В. Н. Электроэнергетика:учеб. пособие для студентов вузов по направлению 140200 "Электроэнергетики". - Ставрополь: АГРУС, 2011. - 456 с.

Л2.6 Ефанов А. В. Расчет и проектирование электрических подстанций:учеб. пособие для выполнения курсового проекта по дисциплине "Электрические станции и подстанции". - Ставрополь: АГРУС, 2014. - 72 с.

Л2.7 Ефанов А. В. Расчет и проектирование электрических подстанций:учеб. пособие для выполнения курсового проекта по дисциплине "Электрические станции и подстанции". - Ставрополь: АГРУС, 2014. - 2,45 МБ

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

Л3.1 Никитенко Г. В., Лысаков А. А., Антонов С. Н., Коноплев Е. В., Гринченко В. А. Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве:краткий курс лекций ; учеб. пособие. - Ставрополь, 2015. - 963 КБ

Л3.2 Никитенко Г. В., Лысаков А. А., Антонов С. Н., Коноплев Е. В., Гринченко В. А. Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве:практикум. - Ставрополь, 2015. - 581 КБ

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

№	Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
1	Электромеханические переходные процессы в электрических системах. Курс лекций	https://nvsu.ru/ru/Intellect/1135/Ernst%20A.D.%20Elektromehchanicheskie%20perehodnie%20protsessi%20v%20elektricheskikh%20sistemah%20-%20Uch%20posobie%20-%202013.pdf
2	Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах. Методические указания к практическим занятиям	https://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7078.pdf
3	В.В. Сенько. Электромеханические переходные процессы. Динамическая устойчивость	https://dspace.tltsu.ru/bitstream/123456789/225/1/2%2009%2011%20Сенько%20ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ%20ПЕРЕХОДНЫЕ%20ПРОЦЕССЫ%20ДИНАМ%20УСТОЙЧИВОСТЬ%20УЧ%20ПОС%20с%20обл%20pdf.pdf

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины «Режимы работы электрооборудования систем электроснабжения» 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 приступать 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, лабораторные занятия и промежуточная аттестация являются важными этапами подготовки к зачету, поскольку позволяют студенту оценить уровень собственных знаний и своевременно восполнить имеющиеся пробелы. В этой связи необходимо для подготовки к зачету первоначально прочитать лекционный материал, выполнить практические задания, самостоятельно решить задачи.

Подготовка к экзамену осуществляется студентами самостоятельно.

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

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	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. 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
		207/ЭЭ Ф	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 OVEN - 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.
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 «Режимы работы электрооборудования систем электроснабжения» 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 кафедры ЭиЭЭО , Кандидат физико-математических наук Ястребов Сергей Сергеевич

Рецензенты

_____ доцент кафедры ПЭЭСХ , Кандидат технических наук Антонов Сергей Николаевич

Рабочая программа дисциплины «Режимы работы электрооборудования систем электроснабжения» рассмотрена на заседании Кафедра 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 «Режимы работы электрооборудования систем электроснабжения» 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 _____