

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна

Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского

федерального университета

Дата подписания: 12.09.2023 17:00:00

Уникальный программный идентификатор:

d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a1c8ef96f

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное**

**образовательное учреждение высшего образования**

**«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Пятигорский институт (филиал) СКФУ**

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор Пятигорского института

(филиал) СКФУ

Шебзухова Т.А.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Схемные решения и принципы работы электроэнергетических установок

(ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТ)

Направление подготовки

**13.03.02 Электроэнергетика**

Направленность (профиль)

**и электротехника**

Квалификация выпускника

**Передача и распределение электрической**

Форма обучения

**энергии в системах электроснабжения**

Год начала обучения

**Бакалавр**

Реализуется в 3 семестре

**заочная**

**2021**

Пятигорск, 2021 г.

## 1. Цель и задачи освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины является знакомство с устройством, электрооборудованием и режимами работы электроэнергетических систем и сетей, являющихся основными элементами электроснабжения.

Задачами изучения дисциплины является освоение студентами современных методов проектирования и расчета режимов работы электрооборудования, приобретение навыков выбора схем электрических соединений и электрооборудования электрических подстанций и сетей на основе технико-экономических расчетов с учетом фактора надежности, расчетов и управления режимами электроэнергетических систем.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.05 «Электроэнергетические системы и сети» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений ОП ВО подготовки бакалавра по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Ее освоение происходит в 5,6 семестре.

## 3. Связь с предшествующими дисциплинами

Изучение данной дисциплины основано на знаниях, полученных при изучении дисциплин: Б1.О.23 Электротехническое и конструкционное материаловедение, Б1.В.03 Техника высоких напряжений, Б1.В.02 Измерения и учет электроэнергии, Б1.В.01 Основы компьютерного моделирования, Б1.О.03 Основы проектной деятельности

## 4. Связь с последующими дисциплинами

Изучение данной дисциплины является предшествующей для дисциплин: Б1.В.11 Электрические станции и подстанции, Б1.В.15 Основы проектирования распределительных сетей

## 5. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

### 5.1 Наименование компетенции

Индекс	Формулировка:
ПК-1	Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения объектов
ПК-2	Способен анализировать режимы работы систем электроснабжения объектов

Индикаторы	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Выбирает типовые проектные решения систем
------------	--



## 6. Объем учебной дисциплины/модуля

	Астр. часов	
Объем занятий: Итого	270 ч.	10 з.е.
В т.ч. аудиторных	121,5 ч.	
Из них:		
Лекций	54 ч.	
Лабораторных работ	27 ч.	
Практических занятий	40,5 ч.	
Самостоятельной работы	94,5 ч.	
Экзамен 5 семестр	27 ч.	
Экзамен 6 семестр	27 ч.	

## 7. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества астрономических часов и видов занятий

### 7.1 Тематический план дисциплины

№	Раздел (тема) дисциплины	Реализуемые компетенции	Контактная работа обучающихся с преподавателем, часов (астр.)				Самостоятельная работа, часов
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Групповые консультации	
<b>5 семестр</b>							
<b>Раздел 1.</b> <b>Общая характеристика электрических систем и сетей.</b>			<b>3,0</b>				
1.	Тема 1. Основные источники питания электроэнергией объектов – ТЭЦ, главные понижающие подстанции.	ПК-1	1,5				1,6
2.	Тема 2. Их структуры, схемы, основное электрооборудование, режимы работы и конструктивное выполнение	ПК-1	1,5				1,6
<b>Раздел 2.</b> <b>Конструктивное выполнение элементов электрических сетей.</b>			<b>4,5</b>				
3.	Тема 3. Структуры, схемы, основное электрооборудование	ПК-1	1,5	1,5			1,6
4.	Тема 4. Режимы работы и	ПК-1	1,5	1,5			1,6

	конструктивное выполнение.						
5.	Тема 5. Конструктивное выполнение элементов (ЭС).	ПК-1	1,5				1,6
	<b>Раздел 3. Характеристики и параметры элементов электроэнергетической системы.</b>		<b>4,5</b>				
6.	Тема 6. Параметры элементов ЭСЭС	ПК-1 ПК-2	1,5	1,5	3,0		1,6
7.	Тема 7. Схемы замещения воздушных и кабельных линий.	ПК-2	1,5	1,5			1,6
8.	Тема 8. Схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов	ПК-2	1,5	1,5			1,6
	<b>Раздел 4. Анализ режимов работы электрических сетей.</b>		<b>6,0</b>				
9.	Тема 9. Графики электрических нагрузок. Статические характеристики нагрузок.	ПК-1 ПК-2	1,5		1,5		1,6
10.	Тема 10. Векторная диаграмма ЛЭП. Падение и потеря напряжения.	ПК-2	1,5				1,6
11.	Тема 11. Падение и потеря напряжения.	ПК-2	1,5				1,6
12.	Тема 12. Натуральная мощность. Пропускная способность ЛЭП.	ПК-1 ПК-2	1,5	1,5			1,6
	<b>Раздел 5 Задачи расчёта режимов электрической сети.</b>		<b>9,0</b>				
13.	Тема 13. Характеристика сетевых задач. Типы конфигурации электрических сетей. Параметры и схемы замещения электрических сетей. Приведение схемы сети к базисному напряжению.	ПК-1 ПК-2	3,0	1,5	4,5		1,6
14.	Тема 14. Методы описания режимов сложных замкнутых электрических сетей.	ПК-2	3,0	3,0	4,5		1,6
15.	Тема 15. Уравнения контурных токов в матричной форме.	ПК-2	1,5				1,6
16.	Тема 16. Уравнения узловых напряжений в матричной форме. Линеаризация уравнений электрических сетей.	ПК-2	1,5				3,0
	<b>Итого за 5 семестр</b>		<b>27,0</b>	<b>13,5</b>	<b>13,5</b>		<b>27</b>

6 семестр							
	<b>Раздел 6. Расчёты режимов электрических сетей</b>		<b>7,5</b>				
17.	Тема 17. Методы расчёта. разомкнутых ЭС. Расчёт при заданном напряжении в конце ЛЭП.	ПК-2	1,5	3,0			3,5
18.	Тема 18. Расчёт разомкнутой сети при заданном напряжении в начале ЛЭП.	ПК-2	1,5	3,0			3,5
19.	Тема 19. Расчёт сети при нескольких номинальных напряжениях.	ПК-1 ПК-2	1,5				3,5
20.	Тема 20. Методы расчёта замкнутых ЭС. Потокораспределение в линии с двухсторонним питанием при равном напряжении источников питания.	ПК-2	1,5	6,0	7,5		3,5
21.	Тема 21. Потокораспределение в линии с двухсторонним питанием при разных напряжениях источников питания.	ПК-2	1,5				3,5
	<b>Раздел 7. Качество электроэнергии и его регулирование</b>		<b>9,0</b>				
22.	Тема 22. Балансы активной и реактивной мощности электроэнергетических систем. Регулирование частоты.	ПК-2	1,5	1,5			3,5
23.	Тема 23. Активная мощность. Регулирование частоты.	ПК-2	1,5				3,5
24.	Тема 24. Реактивная мощность в энергосистеме. Компенсация реактивной мощности.	ПК-2	1,5	1,5			3,5
25.	Тема 25. Методы и принципы регулирования режимных параметров сети.	ПК-2	1,5		6,0		3,5
26.	Тема 26. Регулирование напряжения на электростанции.	ПК-2	1,5				3,5
27.	Тема 27. Регулирование напряжения на понижающих подстанциях.	ПК-2	1,5	3,0			3,5
	<b>Раздел 8. Проектирование электрических сетей питающих энергосистем.</b>		<b>7,5</b>				
28.	Тема 28. Проектирование электрических сетей питающих энергосистем, включая выбор схемных решений, параметров основного электрооборудования	ПК-1 ПК-2	1,5	1,5			3,5

29.	Тема 29. Техничко-экономические показатели ЭС. Сопоставление вариантов сооружения ЭС.	ПК-1 ПК-2	1,5	1,5			3,5
30.	Тема 30. Затраты на возмещение потерь электроэнергии. Выбор номинального напряжения ЛЭП.	ПК-1 ПК-2	1,5				3,5
31.	Тема 31. Выбор сечений ЛЭП. Выбор трансформаторов и автотрансформаторов.	ПК-1 ПК-2	1,5	1,5			3,5
32.	Тема 32. Выбор схем присоединения понижающих подстанций к ЭС.	ПК-1 ПК-2	1,5	1,5			3,5
	<b>Раздел 9. Экономичные режимы работы электроэнергетических систем</b>		<b>3,0</b>				
33.	Тема 33. Экономическое распределение нагрузок между разнотипными агрегатами электростанции. Оптимизация режима электроэнергетической системы из условия минимума затрат на производство и распределение электроэнергии.	ПК-1 ПК-2	1,5				3,5
34.	Тема 34. Методы минимизации функции затрат при условиях связи и режимных ограничениях. Градиентные методы, методы покоординатной минимизации, методы случайного поиска.	ПК-1 ПК-2	-				3,5
35.	Тема 35. Минимизация потерь активной мощности. Определение оптимальной загрузки источников реактивной мощности из условия минимума потерь.	ПК-1 ПК-2	1,5	3,0			4,5
	Итого за 6 семестр		<b>27</b>	<b>27</b>	<b>13,5</b>		<b>67,5</b>
	<b>ИТОГО</b>		<b>54</b>	<b>40,5</b>	<b>27,0</b>		<b>94,5</b>

## 7.2 Наименование и содержание лекций

№ Темы	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов (астр./акад.)	Интерактивная форма проведения
	<b>5 семестр</b>		
	<b>Раздел 1. Общая характеристика электрических систем и сетей.</b>	<b>3,0</b>	
1	Тема 1. Основные источники питания электроэнергией объектов – ТЭЦ, главные понижающие подстанции.	1,5	

2	Тема 2. Их структуры, схемы, основное электрооборудование, режимы работы и конструктивное выполнение	1,5	
	<b>Раздел 2. Конструктивное выполнение элементов электрических сетей.</b>	<b>4,5</b>	
3	Тема 3. Структуры, схемы, основное электрооборудование	1,5	
4	Тема 4. Режимы работы и конструктивное выполнение.	1,5	
5	Тема 5. Конструктивное выполнение элементов (ЭС).	1,5	
	<b>Раздел 3. Характеристики и параметры элементов электроэнергетической системы.</b>	<b>4,5</b>	
6	Тема 6. Параметры элементов ЭСЭС	1,5	
7	Тема 7. Схемы замещения воздушных и кабельных линий.	1,5	
8	Тема 8. Схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов	1,5	
	<b>Раздел 4. Анализ режимов работы электрических сетей.</b>	<b>6,0</b>	
9	Тема 9. Графики электрических нагрузок. Статические характеристики нагрузок.	1,5	
10	Тема 10. Векторная диаграмма ЛЭП. Падение и потеря напряжения.	1,5	
11	Тема 11. Падение и потеря напряжения.	1,5	
12	Тема 12. Натуральная мощность. Пропускная способность ЛЭП.	1,5	
	<b>Раздел 5 Задачи расчёта режимов электрической сети.</b>	<b>9,0</b>	
13	Тема 13 Характеристика сетевых задач. Типы конфигурации электрических сетей. Параметры и схемы замещения электрических сетей. Приведение схемы сети к базисному напряжению.	3,0	
14	Тема 14 Методы описания режимов сложных замкнутых электрических сетей.	3,0	
15	Тема 15 Уравнения контурных токов в матричной форме.	1,5	
16	Тема 16 Уравнения узловых напряжений в матричной форме. Линеаризация уравнений электрических сетей.	1,5	
	Итого за 5 семестр	<b>27,0</b>	
	<b>Раздел 6. Расчёты режимов электрических сетей</b>	<b>7,5</b>	
17	Тема 17. Методы расчёта разомкнутых ЭС. Расчёт при заданном напряжении в конце ЛЭП.	1,5	
18	Тема 18. Расчёт разомкнутой сети при заданном напряжении в начале ЛЭП.	1,5	
19	Тема 19. Расчёт сети при нескольких номинальных напряжениях.	1,5	

20	Тема 20. Методы расчёта замкнутых ЭС. Потокораспределение в линии с двухсторонним питанием при равном напряжении источников питания.	1,5	
21	Тема 21. Потокораспределение в линии с двухсторонним питанием при разных напряжениях источников питания.	1,5	
	<b>Раздел 7. Качество электроэнергии и его регулирование</b>	<b>9,0</b>	
22	Тема 22. Балансы активной и реактивной мощности электроэнергетических систем. Регулирование частоты.	1,5	
23	Тема 23. Активная мощность. Регулирование частоты.	1,5	
24	Тема 24. Реактивная мощность в энергосистеме. Компенсация реактивной мощности.	1,5	
25	Тема 25. Методы и принципы регулирования режимных параметров сети.	1,5	
26	Тема 26. Регулирование напряжения на электростанции.	1,5	
27	Тема 27. Регулирование напряжения на понижающих подстанциях.	1,5	
	<b>Раздел 8. Проектирование электрических сетей питающих энергосистем.</b>	<b>7,5</b>	
28	Тема 28. Проектирование электрических сетей питающих энергосистем, включая выбор схемных решений, параметров основного электрооборудования	1,5	
29	Тема 29. Техничко-экономические показатели ЭС. Сопоставление вариантов сооружения ЭС.	1,5	
30	Тема 30. Затраты на возмещение потерь электроэнергии. Выбор номинального напряжения ЛЭП.	1,5	
31	Тема 31. Выбор сечений ЛЭП. Выбор трансформаторов и автотрансформаторов.	1,5	
32	Тема 32. Выбор схем присоединения понижающих подстанций к ЭС.	1,5	
	<b>Раздел 9. Экономичные режимы работы электроэнергетических систем</b>	<b>3,0</b>	
33	Тема 33. Экономическое распределение нагрузок между разнотипными агрегатами электростанции. Оптимизация режима электроэнергетической системы из условия минимума затрат на производство и распределение электроэнергии.	1,5	
34	Тема 34. Методы минимизации функции затрат при условиях связи и режимных ограничениях. Градиентные методы, методы по координатной минимизации, методы случайного поиска.	-	
35	Тема 35. Минимизация потерь активной мощности. Определение оптимальной загрузки источников	1,5	

	реактивной мощности из условия минимума потерь.		
	Итого за 6 семестр	27	
	<b>ИТОГО</b>	<b>54</b>	

## 7. Наименование лабораторных работ

№ Темы	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов (астр./акад.)	Интерактивная форма проведения
	<b>5 семестр</b>		
9-16	№1 УСТАНОВИВШИЕСЯ РЕЖИМЫ ЭЛЕМЕНТОВ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ Часть 1. Натурное моделирование установившегося режима работы однофазного трансформатора	1,5	-
	Часть 2. Натурное моделирование установившегося режима работы фазы линии электропередачи	1,5	-
	Часть 3. Снятие статических характеристик мощности по напряжению статической нагрузки	1,5	-
	Лабораторная работа №2 УСТАНОВИВШИЕСЯ РЕЖИМЫ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ Часть 1. Натурное моделирование установившегося режима работы фазы распределительной электрической сети с односторонним питанием	1,5	-
	Часть 2. Натурное моделирование установившегося режима работы фазы распределительной электрической сети с двусторонним питанием	3,0	-
	Лабораторная работа №3 РЕГУЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ Часть 1. Встречное регулирование напряжения	3,0	-
	Часть 2. Регулирование напряжения путем поперечной компенсации реактивной мощности с помощью конденсаторной батареи	1,5	-
	Итого за 5 семестр	<b>13,5</b>	
	<b>6 семестр</b>		
17-32	Лабораторная работа №4 ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМА МЕСТНОЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ Часть 1. Определение потери активной мощности в местной распределительной электрической сети, выполненной по петлевой схеме	1,5	-
	Часть 2 Оценка влияния разницы напряжений на шинах центров питания на потери активной	1,5	-

	мощности в местной распределительной электрической сети, выполненной по петлевой схеме, при ее работе в замкнутом режиме		
	Часть 3 Оценка влияния места разрыва (разреза) местной распределительной электрической сети, выполненной по петлевой схеме, на потерю в ней активной мощности	1,5	-
	Часть 4 Определение точки нормального (оптимального) разрыва (разреза) в местной распределительной электрической сети, выполненной по петлевой схеме, по критерию минимума потери активной мощности	1,5	-
	Часть 5 Работа местной распределительной электрической сети, выполненной по петлевой схеме, в режиме автоматического выбора точки нормального разрыва (разреза) по критерию минимума потери активной мощности	1,5	-
	Лабораторная работа №5 ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМА РАЙОННОЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ Часть 1 Измерение и определение параметров режима замкнутой (кольцевой) районной распределительной электрической сети	3,0	-
	Часть 2 Определение оптимальной мощности компенсирующих конденсаторов в замкнутой (кольцевой) районной распределительной электрической сети по критерию минимума потери активной мощности	3,0	-
	<b>Итого за 6 семестр</b>	<b>13,5</b>	-
	<b>Итого</b>	<b>27,0</b>	

#### 8. Наименование практических занятий

№ темы	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Интерактивная форма проведения
	<b>5 семестр</b>		
3	Выбор сечений и марок проводов воздушных линий. Проверка сечений проводов по условиям технических ограничений	1,5	решение разноуровневых и проблемных задач
4	Выбор номинальной мощности и числа трансформаторов на подстанции	1,5	решение разноуровневых и проблемных задач
6	Схемы замещения элементов электрических сетей	1,5	
7	Выбор и расчет параметров схем замещения трансформаторов и автотрансформаторов	1,5	решение разноуровневых и проблемных задач

8	Выбор и расчет параметров схем замещения линий электропередач	1,5	решение разноуровневых и проблемных задач
13	Расчетные нагрузки подстанций	1,5	
12	Расчет потокораспределения активной мощности, выбор номинального напряжения сети	1,5	решение разноуровневых и проблемных задач
14	Расчет режимов замкнутых электрических сетей	3,0	решение разноуровневых и проблемных задач
	<b>Итого за 5 семестр</b>	13,5	10,5
	<b>6 семестр</b>		
17	Расчет параметров установившихся режимов разомкнутых электрических цепей	3,0	
18	Расчет разомкнутой сети 110 кВ с тремя подстанциями	3,0	решение разноуровневых и проблемных задач
20	Расчет параметров установившихся режимов сетей с двухсторонним питанием	3,0	решение разноуровневых и проблемных задач
35	Потери мощности и энергии в элементах электрических сетей	3,0	решение разноуровневых и проблемных задач
27	Регулирование напряжения в электрических сетях	3,0	решение разноуровневых и проблемных задач
24	Баланс реактивной мощности. Расчет потокораспределения реактивной мощности	1,5	
20	Распределение потоков мощности и напряжений в простых замкнутых сетях без учета потерь мощности	3,0	
22	Определение нагрузок, баланс реактивной мощности, расстановка компенсирующих устройств	1,5	
28-32	Элементы проектирования электрических сетей	6,0	решение разноуровневых и проблемных задач
	<b>Итого за 6 семестр</b>	<b>27,0</b>	<b>18</b>
	<b>Итого</b>	<b>40,5</b>	<b>28,5</b>

### 7.5 Технологическая карта самостоятельной работы обучающегося

Код реализуемой компетенции	Вид деятельности студентов	Итоговый продукт самостоятельной работы	Средства и технологии оценки*	Объем часов, в том числе		
				СРС	Контактная работа с преподавателям	Всего
<b>5 семестр</b>						
ПК-1 ПК-2	Самостоятельное изучение литературы по разделам № 1-5	Конспект	Собеседование	9,225	1,025	10,25
	Подготовка к лабораторным работам	Отчет по лабораторной работе	Собеседование	3,645	0,405	4,05
	Подготовка к практическим занятиям	Решенная задача	Письменный отчет о решении типовых, разноуровневых задач	2,43	0,27	2,7
	Выполнение контрольной работы	Отчет письменный	Собеседование	9	1	10
<b>Итого за 5 семестр</b>				<b>24,3</b>	<b>2,7</b>	<b>27,0</b>
<b>6 семестр</b>						
ПК-1 ПК-2	Самостоятельное изучение литературы по разделам №6-9	Конспект	Собеседование	25,245	2,805	28,05
	Подготовка к лабораторным работам	Отчет по лабораторной работе	Собеседование	3,645	0,405	4,05
	Подготовка к практическим занятиям	Решенная задача	Письменный отчет о решении типовых, разноуровневых задач	4,86	0,54	5,4
	Выполнение курсового проекта	Проект с презентацией	Презентация проекта	27	3	30
<b>Итого за 6 семестр</b>				<b>60,75</b>	<b>6,75</b>	<b>67,5</b>
<b>Итого</b>				<b>85,05</b>	<b>9,45</b>	<b>94,5</b>

**8. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети»**

## 8.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОП ВО. Паспорт фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить уровень сформированности компетенций, размещен в УМК дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» на кафедре «Физики, электротехники и электроэнергетики» и представлен следующими компонентами:

Код оцениваемой компетенции)	Этап формирования компетенции и (№темы)	Средства и технологии оценки	Тип контроля (текущий/промежуточный)	Вид контроля (текущий/промежуточный)	Наименование оценочного средства
ПК-1 ПК-2	1-35	Собеседование	Текущий	Устный	Вопросы для собеседования
ПК-1 ПК-2	9-32	Собеседование	Текущий	Письменный	Отчет по лабораторной работе
ПК-1 ПК-2	13-32	Собеседование	текущий	Письменный	Комплект заданий для решения разноуровневых и проблемных задач
ПК-1 ПК-2	1-35	Защита курсовой работы	текущий (курсовая работа)	письменный	Оценочные средства для курсового проекта
ПК-1 ПК-2	1-35	Экзамен	Промежуточный (экзамен)	устный	Вопросы к экзамену

## 8.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Уровни сформированности компетенций	Индикаторы	Дескрипторы			
		2 балла	3 балла	4 балла	5 баллов
<b>ПК-1</b>					
Базовый	<b>Знает:</b> - схемы и основное оборудование электрических сетей - простые конструкции электроэнергетических объектов - нормативно-	<b>Не знает:</b> - схемы и основное оборудование электрических сетей - простые конструкции электроэ	<b>Знает:</b> - схемы и основное оборудование электрических сетей - простые конст	<b>Знает:</b> - схемы и основное оборудование электрических сетей - простые конструкции электроэнергетических	

	техническую документацию в своей профессиональной деятельности	энергетических объектов - нормативно-техническую документацию в своей профессиональной деятельности	ции электроэнергетических объектов	объектов - нормативно-техническую документацию в своей профессиональной деятельности	
	<b>Умеет:</b> -проектировать электрические сети питающих энергосистем	<b>Не умеет:</b> - проектировать электрические сети питающих энергосистем	<b>Умеет:</b> -с посторонней помощью проектировать электрические сети питающих энергосистем	<b>Умеет:</b> - самостоятельно проектировать электрические сети питающих энергосистем	
	<b>Владеет:</b> - методами выбора и составления схем электрических сетей - навыками типового проектирования электрических сетей	<b>Не владеет:</b> - методами выбора и составления схем электрических сетей - навыками типового проектирования электрических сетей	<b>Владеет:</b> - навыками типового проектирования электрических сетей	<b>Владеет:</b> - методами выбора и составления схем электрических сетей - навыками типового проектирования электрических сетей	
	<b>Знает:</b> - схемы и основное оборудование электрических сетей				<b>Знает:</b> - схемы и основное оборудование электрических сетей

Повышенн ый	<ul style="list-style-type: none"> <li>- простые конструкции электроэнергетических объектов</li> <li>- нормативно-техническую документацию в своей профессиональной деятельности</li> <li>- проблемы и перспективы развития систем и сетей</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>- простые конструкции электроэнергетических объектов</li> <li>- нормативно-техническую документацию в своей профессиональной деятельности</li> <li>- проблемы и перспективы развития систем и сетей</li> </ul>
	<p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать основы теории передачи и распределения электрической энергии при решении задач проектирования</li> <li>- проектировать электрические сети питающих энергосистем</li> </ul>				<p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать основы теории передачи и распределения электрической энергии при решении задач проектирования</li> <li>- проектировать электрические сети питающих энергосистем</li> </ul>
	<p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами выбора и составления схем электрических сетей</li> <li>- навыками типового проектирования электрических сетей</li> <li>- умением правильно выбирать электрические схемы с учетом особенностей их работы и требований потребителей</li> </ul>				<p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами выбора и составления схем электрических сетей</li> <li>- навыками типового проектирования электрических сетей</li> <li>- умением правильно выбирать электрические схемы с учетом особенностей их работы и требований потребителей</li> </ul>
ПК-2					
	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- технические и экономические</li> </ul>	<p><b>Не знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- техническ</li> </ul>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- техническ</li> </ul>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- технические и</li> </ul>	

Базовый	расчеты - современные аналитические методы	ие и экономиче ские расчеты - современн ые аналитиче ские методы	ие и экономич еские расчеты	экономически е расчеты - современные аналитически е методы	
	<b>Умеет:</b> - анализировать устойчивость работы энергосистем в нормальных - обосновывать технические решения при разработке схем распределения электрической энергии	<b>Не умеет:</b> - анализиро вать устойчиво сть работы энергосис тем в нормальн ых - обосновы вать техническ ие решения при разработк е схем распредел ения электриче ской энергии	<b>Умеет:</b> - обосновы вать техническ ие решения при разработк е схем распредел ения электриче ской энергии	<b>Умеет:</b> - анализироват ь устойчивость работы энергосистем в нормальных - обосновывать технические решения при разработке схем распределени я электрическо й энергии	
	<b>Владеет:</b> - некоторыми навыками расчета устойчивости энергосистем в нормальных и послеаварийных режимах сетей - основными навыками техничко- экономических расчётов режимов работы	<b>Не владеет:</b> - навыками расчета устойчиво сти энергосис тем в нормальн ых и послеавар ийных режимах сетей - навыками	<b>Владеет:</b> - основным и навыками техничко- экономич еских расчётов режимов работы	<b>Владеет:</b> - основными навыками расчета устойчивости энергосистем в нормальных и послеаварийн ых режимах сетей - основными навыками техничко- экономически х расчётов режимов	

		технических расчётов режимов работы		работы	
Повышенн ый	<b>Знает:</b> - технические и экономические расчёты - современные аналитические методы и модели комплексного инженерного анализа				<b>Знает:</b> - технические и экономические расчёты - современные аналитические методы и модели комплексного инженерного анализа
	<b>Умеет:</b> - анализировать устойчивость работы энергосистем в нормальных и послеаварийных режимах сетей - обосновывать технические решения при разработке схем распределения и передачи электрической энергии				<b>Умеет:</b> - анализировать устойчивость работы энергосистем в нормальных и послеаварийных режимах сетей - обосновывать технические решения при разработке схем распределения и передачи электрической энергии
	<b>Владеет:</b> - навыками расчета устойчивости энергосистем в нормальных и послеаварийных режимах сетей - навыками технико-экономических расчётов режимов работы				<b>Владеет:</b> - навыками расчета устойчивости энергосистем в нормальных и послеаварийных режимах сетей - навыками технико-экономических расчётов режимов работы

#### Описание шкалы оценивания

В рамках рейтинговой системы успеваемость обучающихся по каждой дисциплине оценивается в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

**Текущий контроль**  
**Рейтинговая оценка знаний студента**

№ п/п	Вид деятельности студентов	Сроки выполнения	Количество баллов
<b>5 семестр</b>			
1.	Защита лабораторных работ. УСТАНОВИВШИЕСЯ РЕЖИМЫ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ	6 неделя	10
2.	Защита лабораторных работ РЕГУЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ	10 неделя	15
3.	Собеседование Расчет потокораспределения активной мощности, выбор номинального напряжения линий	14 неделя	30
<b>Итого за 5 семестр</b>			<b>55</b>
<b>6 семестр</b>			
4.	Защита лабораторных работ. ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМА МЕСТНОЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ	6 неделя	10
5.	Защита лабораторных работ ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМА РАЙОННОЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ	10 неделя	15
6.	Собеседование Элементы проектирования электрических сетей	14 неделя	30
<b>Итого за бсеместр</b>			<b>55</b>
<b>Итого</b>			<b>110</b>

Максимально возможный балл за весь текущий контроль устанавливается равным **55**. Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставляемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	100
Хороший	80
Удовлетворительный	60
Неудовлетворительный	0

**Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация в форме экзамена предусматривает проведение обязательной экзаменационной процедуры и оценивается 40 баллами из 100. Минимальное количество баллов, необходимое для допуска к экзамену, составляет 33 балла. Положительный ответ студента на экзамене оценивается рейтинговыми баллами в диапазоне от **20** до **40** ( $20 \leq S_{\text{экс}} \leq 40$ ), оценка **меньше 20** баллов считается неудовлетворительной.

### Шкала соответствия рейтингового балла экзамена 5-балльной системе

Рейтинговый балл по дисциплине	Оценка по 5-балльной системе
35 – 40	Отлично
28 – 34	Хорошо
20 – 27	Удовлетворительно

Итоговая оценка по дисциплине, изучаемой в одном семестре, определяется по сумме баллов, набранных за работу в течение семестра, и баллов, полученных при сдаче экзамена

Рейтинговый балл по дисциплине	Оценка по 5-балльной системе
88-100	Отлично
72-87	Хорошо
53-71	Удовлетворительно
<53	Неудовлетворительно

### Промежуточная аттестация в форме курсового проекта

Максимальная сумма баллов по курсовому проекту устанавливается в 100 баллов и переводится в оценку по 5-балльной системе в соответствии со шкалой

Рейтинговый балл по дисциплине	Оценка по 5-балльной системе
88-100	Отлично
72-87	Хорошо
53-71	Удовлетворительно
<53	Неудовлетворительно

### 8.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

#### Вопросы к экзамену 5 семестр

##### Знать:

1. Технологическая схема производства электроэнергии. Энергетическая и электрическая системы.
2. Электрические сети и их классификация. Системообразующие, питающие, распределительные сети. Виды электроустановок и их номинальные данные.
3. Элементы конструкции электрических сетей. Конструкция воздушных линий, основные виды опор, стандарты на провода, расщепление проводов. Конструкция кабельных линий.
4. Графики нагрузок узлов электрической сети. Типовые графики.
5. Суточный и годовые графики. Характеристики графиков нагрузок.
6. Падение и потеря напряжения. Векторные диаграммы токов и напряжений участка сети.

##### Уметь:

##### Владеть:

1. Схемы замещения воздушных линий. Определение параметров схем замещения воздушных линий.
2. Схемы замещения кабельных линий. Определение параметров схем замещения кабельных линий.
3. Схемы замещения двухобмоточных трансформаторов. Определение параметров схем замещения.
4. Схемы замещения трехобмоточных трансформаторов. Определение параметров схем замещения .
5. Схемы замещения и особенности работы автотрансформаторов. Параметры схемы замещения.
6. Однородная сеть. Правило моментов для однородной сети. Свойства однородной сети.
7. Правило моментов в токах и мощностях для однородной сети и область применения.
8. Представление источников и нагрузок при расчетах установившихся режимов электрических сетей. Статические характеристики нагрузок.
9. Потери мощности и энергии в элементах электрических сетей. Точные и приближенные методы расчета потерь электроэнергии в сети с одним и несколькими нагрузочными узлами.
10. Методы преобразования сети. Объединение концевых источников питания.
11. Метод контурных уравнений и его использование для расчета сложнзамкнутых сетей.
12. Метод уравнений узловых напряжений и его использование для расчета сложнзамкнутых сетей.
13. Метод коэффициентов токораспределения и потокораспределения. Его использование для расчета сложнзамкнутых сетей.
14. Сопоставление методов расчета сложнзамкнутых сетей. Области применения, особенности отдельных методов, их достоинства и недостатки.

### **Вопросы к экзамену 6 семестр**

#### **Знать:**

1. Принципы разработки вариантов. Балансы мощностей.
2. Этапы проектирования электрической сети.
3. Балансы мощности и энергии в электроэнергетических системах. Связь балансов мощностей с параметрами качества.
4. Способы и средства регулирования напряжения. Местное и централизованное регулирование напряжения.
5. Местное и централизованное регулирование напряжения. Проверка допустимости централизованного регулирования.
6. Регулирование напряжения с помощью компенсирующих устройств. Виды компенсирующих устройств, регулирование их мощности.
7. Критерии экономической эффективности вариантов развития сети.

#### **Уметь:**

#### **Владеть:**

1. Электрический расчет в токах разомкнутой сети с числом узлов нагрузок не менее двух.
2. Электрический расчет в мощностях разомкнутой сети с числом узлов нагрузок не менее двух.
3. Электрический расчет сети при задании нагрузок статическими характеристиками.
4. Электрический расчет сети с двухсторонним питанием при равных напряжениях по концам передачи в токах. Правило моментов в токах. Векторные диаграммы токов и напряжений участка сети.

5. Электрический расчет сети с двухсторонним питанием при равных напряжениях по концам передачи в мощностях. Правило моментов в мощностях. Векторные диаграммы токов и напряжений.
6. Электрический расчет сети с двухсторонним питанием при разных напряжениях по концам передачи. Векторные диаграммы токов и напряжений сети с двухсторонним питанием.
7. Экономическое распределение нагрузок между разнотипными агрегатами электростанции
8. Способы и средства регулирования напряжения. Устройства РПН и ПБВ. Регулирование напряжения с помощью РПН на трансформаторах.
9. Способы и средства регулирования напряжения. Регулирование напряжения с помощью компенсирующих устройств. Выбор мощности компенсирующих устройств по критерию качества.
10. Способы и средства регулирования напряжения. Регулирование напряжения изменением параметров сети. Продольная и поперечная компенсация параметров сети.
11. Способы и средства регулирования напряжения. Продольное и поперечное регулирование. Линейные регуляторы и вольтодобавочные трансформаторы.
12. Способы и средства регулирования напряжения. Сопоставление методов и средств регулирования напряжения по техническим и экономическим показателям.
13. Методы минимизации функции затрат при условиях связи и режимных ограничениях
14. Минимизация потерь активной мощности. Определение оптимальной загрузки источников реактивной мощности из условия минимума потерь
15. Метод экономических интервалов и его использование для выбора сечений линий электропередачи. Достоинства и недостатки метода.
16. Метод экономической плотности тока и его использование для выбора сечений линий электропередачи. Достоинства и недостатки метода.
17. Особенности выбора сечений в кольцевых и разомкнутых сетях.
18. Условия и методы проверки сечений проектируемых и существующих ЛЭП по допустимому току.
19. Выбор номинального напряжения сети.
20. Техничко-экономическое сопоставление вариантов развития сети

#### **Тематика курсовых проектов**

Учебным планом предусмотрено выполнение в 6 семестре курсового проекта. Тема «Проектирование замкнутой районной электрической сети».

Индивидуальное задание и методика выполнения проекта представлены в методических указаниях к выполнению курсового проекта по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети».

Курсовой проект, помимо практического освоения методов проектирования электрической сети, направлен на получение навыков выбора параметров элементов сети, анализа характерных установившихся режимов работы сети; определения основных технико-экономических показателей электрической сети.

#### **8.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Процедура проведения экзамена осуществляется в соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры – с СКФУ.

В экзаменационный билет включается 2 теоретических вопроса.  
Для подготовки по билету отводится 30 минут.  
При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользоваться справочными таблицами.

Для выполнения курсового проекта студенту отводится 14 недель.  
Студенту необходимо в ходе курсового проекта выполнить:

1. Теоретический раздел.
2. Расчетный раздел.
3. Расчет напряжения электрической сети.
4. Выбор и проверка сечений ВЛ.
5. Выбор трансформаторов.
6. Анализ и обоснование схем электрической сети и понизительных подстанций. Разомкнутая электрическая сеть.
7. Анализ и обоснование схем электрической сети и понизительных подстанций. Замкнутая электрическая сеть.
8. Техничко-экономическое сравнение вариантов электрической сети. Обоснование оптимального варианта.
9. Приведение нагрузок узлов к стороне высшего напряжения.
10. Расчет установившегося режима электрической сети.
11. Расчет напряжений на вторичной обмотке трансформаторов.
12. Регулирование напряжения.
13. Оценка экономической эффективности электрической сети.
14. Расчет конструктивной части ВЛ.
15. Заключение.
16. Список использованной литературы.
17. Графическая часть

При проверке проекта оцениваются

- аккуратность выполнения работы;
- оформление работы в соответствии с требованиями и стандартами ГОСТа;
- соответствие заявленной в названии работы темы исследования и содержательной части работы;
- степень проработанности поставленных задач исследования;
- точность и достоверность выводов, сделанных по полученным расчетным данным.

При защите проекта оценивается

- время доклада;
- полнота, логичность и точность изложения основных моментов по теме исследования;
- владение студентом профессиональной лексикой;
- качество презентационных материалов;
- умение показать, раскрыть и аргументировать наиболее важные результаты (выводы) исследования.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

К практическому занятию студент должен выполнить задания и расчёты по теме занятия, подготовить ответы на вопросы.

К лабораторному занятию студент должен оформить работу с приведением электрических схем и их вариаций, расчётов и подготовить ответы на вопросы, указанные в заданиях на лабораторную работу.

Максимальное количество баллов студент получает, если он активно участвует в работе, владеет теоретическим материалом, умеет логично и четко излагать мысли, творчески подходит к решению основных вопросов темы, показывает самостоятельность мышления.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования калькулятором, методическими указаниями к выполнению практических и лабораторных работ.

При проверке практического задания, оцениваются последовательность и рациональность выполнения, точность расчетов, знание соответствующих разделов дисциплины.

По каждому виду самостоятельной работы предусмотрены определённые формы отчетности. Для успешного освоения дисциплины, необходимо выполнить следующие виды самостоятельной работы, используя рекомендуемые источники информации.

п/п	Виды самостоятельной работы	Рекомендуемые источники информации (№ источника)			
		Основная	Дополнительная	Методическая	Интернет-ресурсы
1	Самостоятельное изучение литературы по разделам № 1-9	1,2,3,4	1,2	4	1,2
2	Подготовка к лабораторным занятиям	1,2,3,4	1,2	1	1,2
3	Подготовка к практическим занятиям	1,2,3,4	1,2	2	1,2
4	Выполнение курсового проекта	1,2,3,4	1,2	3	1,2

## **10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **10.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### **10.1.1. Перечень основной литературы:**

1. Кобелев А.В. Режимы работы электроэнергетических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие для бакалавров и магистров направления «Электроэнергетика» / А.В. Кобелев, С.В. Кочергин, Е.А. Печагин. — Электрон. текстовые данные. — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. — 80 с. — 978-5-8265-1411-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64564.html>

2. Русина, А. Г. Балансы мощности и выработки электроэнергии в электроэнергетической системе : учебно-методическое пособие / А. Г. Русина, Т. А. Филиппова. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2012. — 55 с. — ISBN 978-5-7782-1935-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/45078.htm>

3. Ананичева, С. С. Анализ электроэнергетических сетей и систем в примерах и задачах : учебное пособие / С. С. Ананичева, С. Н. Шелюг. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 176 с. — ISBN 978-5-7996-1784-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/65910.html>

4. Фадеева, Г. А. Проектирование распределительных электрических сетей : учебное пособие / Г. А. Фадеева, В. Т. Федин ; под редакцией В. Т. Федин. — Минск : Вышэйшая школа, 2009. — 365 с. — ISBN 978-985-06-1597-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/20124.html>

#### **10.1.2. Перечень дополнительной литературы:**

1. Моделирование в электроэнергетике [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ф. Шаталов [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, АГРУС, 2014. — 140 с. — 978-5-9596-1059-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47317.html>

2. Короткевич, М. А. Эксплуатация электрических сетей : учебник / М. А. Короткевич. — Минск : Вышэйшая школа, 2014. — 351 с. — ISBN 978-985-06-2397-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/35574.html>

## **10.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

1. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Электроэнергетические системы и сети", составитель Ростова А.Т., Пятигорск, 2019.

2. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине " Электроэнергетические системы и сети", составитель Ростова А.Т., Пятигорск, 2019.

3. Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине " Электроэнергетические системы и сети", составитель Ростова А.Т., Пятигорск, 2019.

4. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине " Электроэнергетические системы и сети", составитель Ростова А.Т., Пятигорск, 2019.

## **10.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Университетская библиотека онлайн <http://www.biblioclub.ru>

2. Электронно-библиотечная система IPRbooks» -

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

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Информационные технологии: презентации к лекциям, мультимедийные системы, интернет-ресурсы.

Информационные справочные системы:

1. <http://docs.cntd.ru/>
2. <http://www.fsk-ees.ru/>
3. <http://www.interra0.ru/>
4. <http://www.rosseti.ru/>
5. <http://so-ups.ru/>
6. <http://www.kids.myenergy.ru>
7. <http://www.rosenergoatom.ru/>
8. <http://minenergo.gov.ru/>
9. <http://www.it-energy.ru/>
10. <http://digitalsubstation.ru/>
11. <http://www.rushydro.ru/>

**Программное обеспечение:**

1. Базовый пакет программ Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор № 01-эа/13 от 25.02.2013. Срок поддержки (обновления) до 11.04.2023г.
2. Microsoft Windows Профессиональная. Бессрочная лицензия. Договор № 01-эа/13 от 25.02.2013. Срок поддержки (обновления) до 10.01.2023г.

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

Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: переносной ноутбук, проектор, доска магнитно-маркерная.

Лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием:

- 1.Комплект типового лабораторного оборудования «Умная местная распределительная электрическая сеть» УМРЭС1-С-К.