



## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1. Цели дисциплины** формирование у обучающихся профессиональных компетенций, основанных на теоретических знаниях функционирования электрических сетей в различных режимах работы

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

- формирование представлений о принципах функционирования схем электрических сетей в различных режимах;
- изучение методов расчёта режимов электрических сетей.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Анализ режимов электрических сетей» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Анализ режимов электрических сетей» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-2 - Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки при исследовании самостоятельных тем

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-2	знать и применять нормативную документацию в области анализа функционирования электрических сетей
	уметь подготавливать теоретическое обобщение результатов экспериментов и наблюдений на основе типовых технических решений
	владеть организацией сбора и изучения научно-технической информации в области решения задач эксплуатации и проектирования электроэнергетических систем и сетей

## 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Анализ режимов электрических сетей» составляет 7 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		1	2

<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	90	36	54
В том числе:			
Лекции	36	18	18
Практические занятия (ПЗ)	54	18	36
<b>Самостоятельная работа</b>	126	72	54
<b>Курсовой проект</b>	+		+
Часы на контроль	36	-	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет	+	+	+
Общая трудоемкость академические часы	252	108	144
з.е.	7	3	4

**заочная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		2	3
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	34	18	16
В том числе:			
Лекции	14	8	6
Практические занятия (ПЗ)	20	10	10
<b>Самостоятельная работа</b>	205	122	83
<b>Курсовой проект</b>	+		+
Часы на контроль	13	4	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет	+	+	+
Общая трудоемкость академические часы	252	144	108
з.е.	7	4	3

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Режимы электрических сетей	Общая характеристика электрических сетей и систем. Характеристика предмета изучения. Место электрических сетей и систем в народном хозяйстве России. Специфика электрических сетей. Основные элементы и общая характеристика воздушных линий электропередачи и требования к их конструкциям. Особенности конструктивного исполнения воздушных линий электропередачи. Схемы замещения линий электропередачи. Назначение схем замещения линий электропередачи. Параметры воздушных линий электропередачи. Режимные характеристики линий1 электропередачи.. Понятие режима работы электрической сети. Векторные диаграммы токов и напряжений электрических линий. Особенности потери напряжения в линиях электропередачи в режиме холостого хода. Влияние расщепления проводов воздушной линии электропередачи на параметры схемы замещения.	6	6	20	32
2	Расчёты простых электрических сетей	Расчёт сетей из последовательных линий. Понятие разомкнутой электрической сети. Отличия в определениях распределительной и местной сетей. Расчёт линии с заданными параметрами на её приёмном конце. Расчёт сети из двух последовательных линий при заданных мощности нагрузки и напряжении источника питания. Мотивация использования итерационного метода расчёта. Особенности расчёта распределительных сетей при $U=35\text{кВ}$ . Векторные диаграммы мощностей в электрических сетях. Общая характеристика баланса мощностей в электрических сетях. Векторные диаграммы мощностей при различных уровнях нагрузки. Понятие зарядной мощности.	6	6	26	38
3	Расчёты сложных электрических сетей	Потоки мощности и напряжения в узлах простых замкнутых сетей. Характеристика замкнутых сетей Простые и сложные замкнутые сети. Распределение потоков мощности в простых замкнутых сетях без учёта потерь мощности..Выбор узла размыкания сети с двусторонним питанием по условию минимизации потерь электроэнергии	6	6	26	38
4	Обеспечение показателей качества электроэнергии	Силовые трансформаторы в электрических сетях. Место и назначение силовых трансформаторов в электрических сетях. Трансформаторы с ПБВ. Трансформаторы с	6	12	18	36

		РПН. Параметры схемы замещения двухобмоточного трансформатора. Общие принципы регулирования напряжения в распределительных электрических сетях. Допущения о пренебрежении поперечной составляющей падения напряжения. Регулирование напряжения изменением сопротивления сети. Регулирование напряжения изменением потоков реактивной мощности. Расчёт электрических сетей по потере напряжения. Общие положения расчёта электрических сетей по потере напряжения.. Расчёт магистралей трёхфазного тока при постоянной плотности тока в проводах. Расчёт сетей трёхфазного тока по условию наименьшего расхода цветного металла. Качество электроэнергии Электрическая энергия как экономическая категория. Показатели качества электроэнергии. Меры по уменьшению асимметрии трёхфазного напряжения.				
5	Технико-экономический анализ в электрических сетях	Технико-экономические расчёты. Задачи и методы проектирования энергосистем и электрических сетей Разработка и технико-экономическое обоснование проектов. Анализ существующей сети рассматриваемой энергосистемы. Электрические расчёты различных режимов электросети и обоснование схемы построения сети. Технико-экономические показатели. Технико-экономическое сравнение вариантов сети. Выбор варианта с учётом надёжности электроснабжения Определение ущерба от перерыва электроснабжения. Выбор сечений токоведущих жил по экономической плотности тока. Особенности проектирования распределительных сетей. Основные требования к показателям качества электроэнергии в распределительных сетях. Выбор оптимальной надбавки напряжения в трансформаторах с ПБВ. Различие между приемлемой и оптимальной надбавками напряжения. Проверка сети 0,38 кВ по условиям запуска электродвигателя.	6	12	18	36
6	Энергосбережение в электрических сетях	Причины потерь электроэнергии. Методы расчёта потерь электроэнергии. Неизбежность непроизводительных затрат электроэнергии при передаче по электрическим сетям. Расчёты потерь электроэнергии по методу графического интегрирования. Расчёты потерь	6	12	18	36

		электроэнергии с использованием понятия «Время наибольших потерь». Методы определения времени наибольших потерь. Потери энергии в одиночном трансформаторе. Потери энергии в группе из «к» параллельно включённых трансформаторов. Расчёты потерь с разделением времени наибольших потерь по активной и реактивной составляющим мощности. Мероприятия по снижению потерь электроэнергии. Отчётная величина потерь электроэнергии. Расчётные и коммерческие потери. Регулирование уровня напряжения в электрической сети как способ снижения потерь. Технические мероприятия в питающих сетях, направленные на снижение потерь. Компенсация реактивной мощности. Особенности воздействия на потоки реактивной мощности в линиях электропередачи с помощью синхронных компенсаторов				
<b>Итого</b>			<b>36</b>	<b>54</b>	<b>126</b>	<b>216</b>

### заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Режимы электрических сетей	Общая характеристика электрических сетей и систем. Характеристика предмета изучения. Место электрических сетей и систем в народном хозяйстве России. Специфика электрических сетей. Основные элементы и общая характеристика воздушных линий электропередачи и требования к их конструкциям. Особенности конструктивного исполнения воздушных линий электропередачи. Схемы замещения линий электропередачи. Назначение схем замещения линий электропередачи. Параметры воздушных линий электропередачи. Режимные характеристики линий электропередачи. Понятие режима работы электрической сети. Векторные диаграммы токов и напряжений электрических линий. Особенности потери напряжения в линиях электропередачи в режиме холостого хода. Влияние расщепления проводов воздушной линии электропередачи на параметры схемы замещения	2	3	40	45
2	Расчёты простых электрических сетей	Расчёт сетей из последовательных линий. Понятие разомкнутой электрической сети. Отличия в определениях распределительной и местной сетей. Расчёт линии с заданными параметрами на её приёмном конце. Расчёт сети из двух последовательных линий при заданных мощности нагрузки и напряжении источника питания. Мотивация использования итерационного метода расчёта. Особенности расчёта распределительных сетей при $U=35\text{kV}$ . Векторные диаграммы мощностей в	2	3	40	45

		электрических сетях. Общая характеристика баланса мощностей в электрических сетях. Векторные диаграммы мощностей при различных уровнях нагрузки. Понятие зарядной мощности				
3	Расчёты сложных электрических сетей	Потоки мощности и напряжения в узлах простых замкнутых сетей. Характеристика замкнутых сетей Простые и сложные замкнутые сети. Распределение потоков мощности в простых замкнутых сетях без учёта потерь мощности..Выбор узла размыкания сети с двусторонним питанием по условию минимизации потерь электроэнергии	4	4	42	50
4	Обеспечение показателей качества электроэнергии	Силовые трансформаторы в электрических сетях. Место и назначение силовых трансформаторов в электрических сетях. Трансформаторы с ПБВ. Трансформаторы с РПН. Параметры схемы замещения двухобмоточного трансформатора. Общие принципы регулирования напряжения в распределительных электрических сетях. Допущения о пренебрежении поперечной составляющей падения напряжения. Регулирование напряжения изменением сопротивления сети. Регулирование напряжения изменением потоков реактивной мощности. Расчёт электрических сетей по потере напряжения. Общие положения расчёта электрических сетей по потере напряжения.. Расчёт магистралей трёхфазного тока при постоянной плотности тока в проводах. Расчёт сетей трёхфазного тока по условию наименьшего расхода цветного металла. Качество электроэнергии Электрическая энергия как экономическая категория. Показатели качества электроэнергии. Меры по уменьшению асимметрии трёхфазного напряжения.	2	3	25	30
5	Технико-экономический анализ в электрических сетях	Задачи и методы проектирования энергосистем и электрических сетей Разработка и технико-экономическое обоснование проектов. Анализ существующей сети рассматриваемой энергосистемы. Электрические расчёты различных режимов электросети и обоснование схемы построения сети. Технико-экономические показатели. Технико-экономическое сравнение вариантов сети. Выбор варианта с учётом надёжности электроснабжения Определение ущерба от перерыва электроснабжения. Выбор сечений	2	4	33	39

		токоведущих жил по экономической плотности тока. Особенности проектирования распределительных сетей. Основные требования к показателям качества электроэнергии в распределительных сетях. Выбор оптимальной надбавки напряжения в трансформаторах с ПБВ. Различие между приемлемой и оптимальной надбавками напряжения. Проверка сети 0,38 кВ по условиям запуска электродвигателя.				
6	Энергосбережение в электрических сетях	Причины потерь электроэнергии. Методы расчёта потерь электроэнергии. Неизбежность непроизводительных затрат электроэнергии при передаче по электрическим сетям. Расчёты потерь электроэнергии по методу графического интегрирования. Расчёты потерь электроэнергии с использованием понятия «Время наибольших потерь». Методы определения времени наибольших потерь. Потери энергии в одиночном трансформаторе. Потери энергии в группе из «к» параллельно включённых трансформаторов. Расчёты потерь с разделением времени наибольших потерь по активной и реактивной составляющим мощности. Мероприятия по снижению потерь электроэнергии. Отчётная величина потерь электроэнергии. Расчётные и коммерческие потери. Регулирование уровня напряжения в электрической сети как способ снижения потерь. Технические мероприятия в питающих сетях, направленные на снижение потерь. Компенсация реактивной мощности. Особенности воздействия на потоки реактивной мощности в линиях электропередачи с помощью синхронных компенсаторов	2	3	25	30
<b>Итого</b>			<b>14</b>	<b>20</b>	<b>205</b>	<b>239</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 2 семестре для очной формы обучения, в 3 семестре для заочной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Расчёт простой замкнутой электрической сети».

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- определение точки потокораздела;
- расчёт сетей с двусторонним питанием без учёта потерь мощности в линиях;
- расчёт сетей с двусторонним питанием с учётом потерь мощности в линиях.

Курсовой проект включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

#### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-2	знать и применять нормативную документацию в области анализа функционирования электрических сетей	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь подготавливать теоретическое обобщение результатов экспериментов и наблюдений на основе типовых технических решений	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть организацией сбора и изучения научно-технической информации в области решения задач эксплуатации и проектирования электроэнергетических систем и сетей	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

#### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 2, 1 семестре для очной формы обучения, 3, 2 семестре для заочной формы обучения по двух/четырёхбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
-------------	--------------------------------------	---------------------	---------	------------

	<b>сформированность компетенции</b>			
ПК-2	знать и применять нормативную документацию в области анализа функционирования электрических сетей	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь подготавливать теоретическое обобщение результатов экспериментов и наблюдений на основе типовых технических решений	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть организацией сбора и изучения научно-технической информации в области решения задач эксплуатации и проектирования электроэнергетических систем и сетей	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

или  
«отлично»;  
«хорошо»;  
«удовлетворительно»;  
«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-2	знать и применять нормативную документацию в области анализа функционирования электрических сетей	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь подготавливать теоретическое обобщение результатов экспериментов и наблюдений на основе типовых технических решений	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть организацией сбора и изучения научно-технической информации в области решения задач эксплуатации и проектирования электроэнергетических систем и сетей	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

**7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)**

## **7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию**

### **1. Место электроэнергетической системы в народном хозяйстве России...**

- а) включает в себя совокупность электростанций, электрических и тепловых сетей;
- б) образуется из электрооборудования энергосистемы и приёмников электроэнергии;
- в) объединяет все источники энергии, за исключением ядерных энергетических реакторов;
- г) входит непосредственно в качестве отдельной системы в состав топливно-энергетического комплекса.

### **2. Электрическая сеть включает в себя...**

- а) электростанции и трансформаторные подстанции;
- б) трансформаторные подстанции, воздушные линии электропередачи;
- в) трансформаторные подстанции, токопроводы, воздушные и кабельные линии электропередачи;
- г) воздушные и кабельные линии электропередачи.

### **3. П-образная схема замещения симметричной трёхфазной сети общего назначения содержит...**

- а) при любых значениях номинального напряжения активную и ёмкостную проводимости поперечной ветви;
- б) активную проводимость поперечной ветви в условиях существования коронного разряда;
- в) индуктивное сопротивление фазного провода в кабельных линиях с напряжением ниже 110кВ;
- г) ёмкостную проводимость поперечной ветви в воздушных линиях с напряжением ниже 110кВ.

### **4. Поперечная составляющая падения напряжения не учитывается...**

- а) в расчётах потери напряжения при любых соотношениях активного (R) и индуктивного (X) сопротивлений фазы;

- б) в расчётах потери напряжения при  $R/X$  больше единицы;
- в) в расчётах потери напряжения при  $R/X = 1$ ;
- г) в расчётах потери напряжения при  $R/X$  меньше единицы.

#### **5. В схемах замещения силовых трансформаторов допускают...**

- а) реактивная составляющая тока холостого хода пренебрежимо мала по сравнению с полным током;
- б) активная составляющая тока холостого хода пренебрежимо мала по сравнению с полным током;
- в) индуктивное сопротивление фазы примерно равно её активному сопротивлению;
- г) активное сопротивление фазы значительно превосходит её индуктивное сопротивление.

#### **6. При расчётах потери напряжения в распределительных сетях не используют допущения...**

- а) зарядная мощность не учитывается;
- б) реактивное (индуктивное) сопротивление фазы кабельной линии принимают равным нулю;
- в) потери мощности в стали трансформаторов считают пренебрежимо малыми;
- г) потери мощности в линиях считают пренебрежимо малыми.

#### **7. Проверку правильности расчёта простой замкнутой сети с двусторонним питанием проводят...**

- а) трёхкратным повторением расчётов;
- б) сопоставлением суммарной полной мощности головных участков с суммой полных мощностей потребителей в узлах сети;
- в) отдельным сопоставлением суммарной активной мощности головных участков с суммой активных мощностей потребителей;
- г) отдельным сопоставлением суммарной реактивной мощности головных участков с суммой реактивных мощностей потребителей.

## **8. Особенности расчёта однородной сети с двусторонним питанием...**

- а) допустимо независимо друг от друга находить распределение активной и реактивной оставляющих потоков мощности;
- б) увеличивается трудоёмкость расчёта по сравнению неоднородной сетью;
- в) искусственными мерами сеть нельзя сделать однородной;
- в) искусственными мерами сеть нельзя сделать однородной;
- г) нельзя получить однородную сеть, если один участок выполнен кабелем, а другой – в виде воздушной линии.

## **9. Оптимальному по технико-экономическим показателям варианту электрической сети соответствует...**

- а) наименьшее значение приведённых затрат на сооружение сети;
- б) наименьшее значение приведённых затрат на эксплуатацию сети;
- в) наименьшее значение приведённых затрат на сооружение и эксплуатацию сети;
- г) вариант с наибольшей надёжностью сети.

## **10. Достоинство расчёта потерь электроэнергии в электрических сетях по методу графического интегрирования заключается в...**

- а) в низкой трудоёмкости расчёта;
- б) в отсутствии необходимости в в полной информации о графиках нагрузок на всех участках сети;
- в) в наибольшей точности расчёта;
- г) в возможности использования этого метода при неизвестных годовых графиках нагрузки по продолжительности

**7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач**  
**1. Удельное индуктивное сопротивление провода воздушной трёхфазной линии при среднем расстоянии между проводами 1 м и радиусе провода 0,0045 м составляет:**

- а) 0,33 Ом/км;

б) 0,34 Ом/км;

в) 0,35 Ом/км;

г) 0,36 Ом/км.

**2. Удельная ёмкостная проводимость провода воздушной трёхфазной линии при среднем расстоянии между проводами 1м и радиусе провода 0,0045м составляет:**

а) 3,1 См/км;

б) 3,2 См/км;

в) 3,3 См/км;

г) 3,4 См/км.

**3. Чему равно удельное индуктивное сопротивление расщеплённого провода воздушной трёхфазной линии при среднем расстоянии между проводами 1512м, диаметре единичного провода 30,6мм, если расщепление фазы выполнено на три провода с шагом расщепления 40см ?**

а) 0,28 Ом/км;

б) 0,29 Ом/км;

в) 0,30 Ом/км;

г) 0,31 Ом/км,

**. 4. Определить приведённое к стороне ВН активное сопротивление схемы замещения трансформатора (номинальная мощность 16 МВ\*А; номинальное высшее напряжение 115 кВ; потери короткого замыкания 85 кВт).**

а) 4,4 Ом;

б) 4,0 Ом;

в) 3,8 Ом;

г) 4,6 Ом.

**5. Определить приведённое к стороне ВН индуктивное сопротивление схемы замещения трансформатора (номинальная мощность 16 МВ\*А;**

**номинальное высшее напряжение 115 кВ; напряжение короткого замыкания 0,105).**

- а) 83,4 Ом;
- б) 85,6 Ом;
- в) 87,6 Ом;
- г) 89,8 Ом.

**6. Чему равен коэффициент несинусоидальности кривой напряжения сети с номинальным напряжением 35 кВ при действующих значениях напряжений высших гармонических составляющих на уровне: третья гармоника – 0,35 кВ; пятая гармоника - 0,17 кВ; седьмая гармоника – 0,15 кВ ?**

- а) 0,6%;
- б) 0,8%;
- в) 0,9%;
- г) 1,2%.

**7. Укажите принятый в России ряд (в процентах) добавок напряжений в трансформаторах с ПБВ.**

- а) – 5; -2,5; 0; +2,5; +5;
- б) -2,5; 0; +2,5; +5; +7,5;
- в) 0; +2,5; +5; +7,5; +10;
- г) +2,5; +5; +7,5; +10; +12,5.

**8. Во сколько раз можно уменьшить потери мощности на нагрев проводов в трёхфазной сети с нагрузками по фазам: в фазе А-2А; в фазе В-3А; в фазе С -4А, если выполнить выравнивание фазных нагрузок ?**

- а) 2,000;
- б) 1,086;
- в) 1,074;
- г) 1,092.

**9. Рассчитать время наибольшей нагрузки для годового графика нагрузки с параметрами: 1)  $P^*=1$ ;  $t=0 - 4380$  час.; 2)  $P^*=0,5$ ;  $t=4380 - 8760$  час.**

а) 4380 час.;

б) 6570 час.;

в) 5475 час.;

г) 7665 час.

**10. Рассчитать время наибольших потерь для годового графика нагрузки с параметрами: 1)  $P^*=1$ ;  $t=0 - 4380$  час.;**

**2)  $P^*=0,5$ ;  $t=4380 - 8760$  час.**

а) 5475 час.;

б) 4380 час.;

в) 6570 час.;

г) 7665 час.

### **7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

**1. Какая максимальная величина коэффициента несинусоидальности**

**(%) допускается в электрической сети общего назначения при номинальном напряжении 6 – 20 кВ ?**

а) 8%;

б) 7%;

в) 6%;

г) 5%.

**2. Какой предельный коэффициент гармонической составляющей нечётного порядка (%) допускается в электрической сети общего назначения при номинальном напряжении до 1 кВ ?**

а) 3%;

б) 4%;

в) 5%;

г) 6%.

**3. На какое число проводов выполняют расщепление фаз в линиях традиционного исполнения с номинальным напряжением 500 кВ ?**

а) 2;

б) 3;

в) 4;

г) 5.

**4. Чему равна доля электроэнергии, вырабатываемой тепловыми электростанциями, в общем электроэнергетическом балансе России ?**

а) 50%;

б) 60%;

в) 70 %;

г) 80% .

**5. Чему равен максимальный уровень среднегодовых потерь мощности на корону в воздушных сетях с номинальным напряжением 500 кВ ?**

а) 4,3 кВт/км;

б) 8,0 кВт/км;

в) 16,0 кВт/км;

г) 27,1 кВт/км.

**6. Указать наименьшее значение диаметра провода по условиям потерь на корону в воздушной сети с номинальным напряжением 220 кВ.**

а) 11,3 мм;

б) 15,2 мм;

в) 21,6 мм;

г) 33,1 мм.

**7. Чему равна допустимая длительная мощность кабельной линии, если кабель имеет медные жилы сечением 35 кв. мм в пластмассовой изоляции, проложен в земле, а сеть имеет номинальное напряжение 6 кВ ?**

- а) 1,1 МВ\*А;
- б) 1,4 МВ\*А;
- в) 1,8 МВ\*А;
- г) 2.1 МВ\*А.

**8. Предельное, принятое в России, значение коэффициента реактивной мощности в распределительных электрических сетях с номинальным напряжением 6 – 10 кВ.**

- а) 0,5;
- б) 0,45;
- в) 0,4;
- г) 0,35.

**9. Среднее значение продолжительности использования максимума электрической нагрузки на станкостроительном заводе.**

- а) 2100 – 2300 час.;
- б) 4000 – 4150 час.;
- в) 2800 – 2950 час.;
- г) 4300 - 4500 час.

**10. Продолжительность использования максимума бытовой электрической нагрузки при удельном среднегодовом потреблении электроэнергии 900 кВт\*ч/житель.**

- а) 3050 – 3200 час.;
- б) 4000 – 4150 час.;
- в) 2800 – 2950 час.;
- г) 3300 – 3500 час.

## 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Охарактеризуйте структуру топливно-энергетического комплекса России.
2. Характеристика и место энергетических систем в структуре топливно-энергетического комплекса России.
3. Охарактеризовать требования к электрическим сетям как к составной части энергосистемы.
4. Классификация электрических сетей по различным признакам.
5. Характеристика электрических сетей по выполняемым функциям.
6. Характеристика электрических сетей по номинальному напряжению, роду тока и конфигурации.
7. Общая характеристика воздушных линий электропередачи и их основные элементы.
8. Классификация опор ВЛ и требования, предъявляемые к их монтажу.
9. Классификация проводов, тросов, изоляторов.
10. Классификация линейной арматуры, особенности закрепления проводов для ВЛ различного уровня напряжения.
11. Технологическая последовательность монтажа ВЛ, пояснить на примере ВЛ с штыревыми и подвесными изоляторами.
12. Величины, характеризующие ВЛ. Требования, предъявляемые к монтажу ВЛ напряжением до 1кВ и свыше 1кВ.
13. Факторы ограничивающие минимально допустимое сечение проводов для ВЛ и способ увеличения эквивалентного сечения провода.
14. Понятие расщепления проводов в каких случаях и для чего выполняют?
15. Основные подходы принятые при составлении схем замещения линий электропередачи?
16. Типовые способы расположения проводов для одноцепных и двухцепных ВЛ, условия и необходимость выполнения транспозиции проводов ВЛ.
17. Классификация и особенности монтажа проводов марки СИП, преимущества ВЛ выполненных с использованием данных проводов.
18. Особенности заземления конструктивных элементов ВЛ для линий до 1кВ и свыше 1кВ. Понятие повторного заземления для ВЛ и требования, предъявляемые к его выполнению.
19. Перечислить и классифицировать основные и вспомогательные элементы конструкции силовых кабелей.
20. Классификация силовых кабелей, область применения кабелей различного исполнения в зависимости от назначения сетей.
21. Кабельная арматура, ее назначение и классификация, особенности маркировки кабелей.
22. Способы прокладки кабельных линий и требования, предъявляемые при их монтаже.
23. Общие требования, предъявляемые к монтажу кабельных линий различного исполнения.

24. Классификация токопроводов (шинопроводов), по назначению и исполнению требования, предъявляемые к их монтажу.
25. Классификация и особенности монтажа внутренних электрических сетей.
26. В чем разница и особенности функционального назначения оболочки и брони кабеля?
27. Состав защитного покрова функции выполняемые каждым элементом данного покрова?
28. При каких условиях потеря напряжения оказывается меньше нуля?

### **7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену**

1. Охарактеризуйте структуру топливно-энергетического комплекса России.
2. Характеристика и место энергетических систем в структуре топливно-энергетического комплекса России.
3. Охарактеризовать требования к электрическим сетям как к составной части энергосистемы.
4. Классификация электрических сетей по различным признакам.
5. Характеристика электрических сетей по выполняемым функциям.
6. Характеристика электрических сетей по номинальному напряжению, роду тока и конфигурации.
7. Общая характеристика воздушных линий электропередачи и их основные элементы.
8. Классификация опор ВЛ и требования, предъявляемые к их монтажу.
9. Классификация проводов, тросов, изоляторов.
10. Классификация линейной арматуры, особенности закрепления проводов для ВЛ различного уровня напряжения.
11. Технологическая последовательность монтажа ВЛ, пояснить на примере ВЛ с штыревыми и подвесными изоляторами.
12. Величины, характеризующие ВЛ. Требования, предъявляемые к монтажу ВЛ напряжением до 1кВ и свыше 1кВ.
13. Факторы ограничивающие минимально допустимое сечение проводов для ВЛ и способ увеличения эквивалентного сечения провода.
14. Понятие расщепления проводов в каких случаях и для чего выполняют?
15. Основные подходы принятые при составлении схем замещения линий электропередачи?
16. Типовые способы расположения проводов для одноцепных и двухцепных ВЛ, условия и необходимость выполнения транспозиции проводов ВЛ.
17. Классификация и особенности монтажа проводов марки СИП, преимущества ВЛ выполненных с использованием данных проводов.
18. Особенности заземления конструктивных элементов ВЛ для линий до 1кВ и свыше 1кВ. Понятие повторного заземления для ВЛ и требования, предъявляемые к его выполнению.

19. Перечислить и классифицировать основные и вспомогательные элементы конструкции силовых кабелей.
20. Классификация силовых кабелей, область применения кабелей различного исполнения в зависимости от назначения сетей.
21. Кабельная арматура, ее назначение и классификация, особенности маркировки кабелей.
22. Способы прокладки кабельных линий и требования, предъявляемые при их монтаже.
23. Общие требования, предъявляемые к монтажу кабельных линий различного исполнения.
24. Классификация токопроводов (шинопроводов), по назначению и исполнению требования, предъявляемые к их монтажу.
25. Классификация и особенности монтажа внутренних электрических сетей.
26. В чем разница и особенности функционального назначения оболочки и брони кабеля?
27. Состав защитного покрова функции выполняемые каждым элементом данного покрова?
28. При каких условиях потеря напряжения оказывается меньше нуля?
29. В чем отличие схем замещения воздушной линии с  $U_n \leq 35$  кВ и кабельной линии  $U_n \leq 10$  кВ?
30. Понятие потери и падения напряжения, определить условия когда эти величины примерно равны
31. Как рассчитывается критическое фазное напряжение короны, с пояснением физического смысла величин входящих в данное выражение?
32. Что называется продольной и поперечной составляющей падения напряжения?
33. Пояснить физический смысл и состав активной проводимости в схеме замещения ВЛ?
34. Активное сопротивление в схеме замещения ВЛ, порядок его определения в зависимости от материала провода?
35. Выражение для расчета индуктивного сопротивления в схеме замещения ВЛ, с пояснением величин входящих в его состав, особенности его определения в зависимости от материала провода?
36. Емкостная проводимость в схеме замещения ВЛ, чем обусловлена, особенности ее определения?
37. Аргументировать какие электрические сети необходимо рассчитывать с учетом емкостной проводимости?
38. Емкостной ток линии, его физический смысл, порядок его расчета с пояснением величин входящих в данное выражение?
39. П-образная схема замещения ВЛ с пояснением величин входящих в ее состав?
40. Пояснить условия при которых необходимо учитывать активную проводимость, при расчете кабельных линий и что она определяет?

41. Схема замещения воздушных линий электропередачи напряжением 110 кВ и выше, физическая сущность параметров данной схемы.
42. Выражения для расчета параметров ВЛ 110 кВ, с пояснением величин, входящих в их состав.
43. Физический смысл активной и емкостной проводимости ВЛ. Явление короны.
44. Выражение для критического напряжения короны, негативное воздействие короны, способы борьбы с короной.
45. Схемы замещения ВЛ без учета потерь на корону с емкостной проводимости и с учетом реактивной мощности, выражение для реактивной мощности. Физический смысл емкостного тока ВЛ.
46. Схема замещения ВЛ напряжением 35кВ и ниже с пояснением параметров данной схемы.
47. Особенности построения схем замещения кабельных линий напряжением до 10 кВ и свыше 10 кВ, с пояснением физического смысла параметров данной схемы.
48. Схема замещения ВЛ 110-220 кВ с активно-индуктивным характером нагрузки, а также векторная диаграмма токов и напряжений для данной схемы.
49. Векторная диаграмма токов и напряжений для ВЛ 110-220 кВ, при условии тока нагрузки  $0.5I_{2max}$ , с соответствующими выводами по данной диаграмме.
50. Векторная диаграмма токов и напряжений для ВЛ 110-220 кВ, при условии, что нагрузка в линии отсутствует, с соответствующими выводами по данной диаграмме.
51. Схема замещения потоков мощности для ВЛ. Подходы к определению полной мощности в фазе и трёхфазной мощности.
52. Падение и потери напряжения в линии, с пояснением на векторной диаграмме.
53. Категории линий электропередачи с позиции соотношения удельного активного и индуктивного сопротивлений.
54. Влияние соотношения активного и индуктивного сопротивления линий на порядок расчета падения и потери напряжения, с соответствующими пояснениями на векторных диаграммах.
55. Схема замещения двухобмоточного трансформатора с пояснением физического смысла параметров, входящих в ее состав.
56. Выражения для расчета параметров схемы замещения двухобмоточного трансформатора с пояснением величин, входящих в их состав.
57. Понятие графиков нагрузки электрических сетей, их классификация. Понятие числа часов использования наибольшей нагрузки и его графическая интерпретация.
58. Показатели, характеризующие графики нагрузки и их числовые значения для различных отраслей.

### 7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Режимы электрических сетей	ПК-2	Тест, контрольная работа
2	Расчёты простых электрических сетей	ПК-2	Тест, контрольная работа
3	Расчёты сложных электрических сетей	ПК-2	Тест, контрольная работа
4	Обеспечение показателей качества электроэнергии	ПК-2	Тест, контрольная работа, защита курсового проекта
5	Технико-экономический анализ в электрических сетях	ПК-2	Тест, контрольная работа, защита курсового проекта
6	Энергосбережение в электрических сетях	ПК-2	Тест, контрольная работа, защита курсового проекта

### 7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсового проекта осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 30 мин.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

8.1.1 Идельчик, В.И. Электрические системы и сети : Учебник для студ. электроэнерг. спец. - Москва : Энергоатомиздат, 1989. - 592 с. - ISBN 5-283-01012-0 : 1-40.

8.1.2 Анализ электроэнергетических сетей и систем в примерах и задачах [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. С. Ананичева, С. Н. Шелюг ; С.Н. Шелюг; С.С. Ананичева. - Анализ электроэнергетических сетей и систем в примерах и задачах ; 2022-08-31. - Екатеринбург : Уральский федеральный университет, 2016. - 176 с. - ISBN 978-5-7996-1784-4. URL: <http://www.iprbookshop.ru/65910.html>

8.1.3 Анализ режимов электрических сетей [Электронный ресурс]: методические указания к практическим занятиям и курсовому проектированию для студентов направления 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» всех форм обучения / ФГБОУ ВО "Воронеж. гос. техн. ун-т", Каф. электромеханических систем и электроснабжения; сост. : С. А. Горемыкин, Н. В. Ситников. - Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2021. - Электрон. текстовые и граф. данные (400 Кб). Режим доступа: для авторизированных пользователей.

8.1.4 Лыкин, А.В. Электрические системы и сети [Электронный ресурс] : Учебник / А. В. Лыкин. - Электрические системы и сети ; 2025-02-05. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. - 363 с. - Гарантированный срок размещения в ЭБС до 05.02.2025 (автопродлонгация). - ISBN 978-5-7782-3037-8. URL: <http://www.iprbookshop.ru/91589.html>

8.1.5 Ярош, В.А. Электрические системы и сети. Курсовое проектирование [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Ярош В. А., Ефанов А. В., Ястребов С. С. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 172 с. - Книга

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно- телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных информационных справочных систем:**

**8.2.1 Программное обеспечение**

- WIN HOME 10 32-bit/64-bit All Lng PK Lic Online DwnLd NR;
- OpenOffice;
- Google Chrome;
- Adobe Acrobat Reader;
- Компас-График LT.

**8.2.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

- Российское образование. Федеральный портал. <http://www.edu.ru/>
- Образовательный портал ВГТУ <https://education.cchgeu.ru/>

**8.2.3 Информационные справочные системы**

- <https://wiki.cchgeu.ru/>

**8.2.4 Современные профессиональные базы данных**

- ФГУП «Стандартинформ». Адрес ресурса:

<http://www.gostinfo.ru/catalog/gostlist/>

- Netelectro Новости электротехники, оборудование и средства автоматизации. Информация о компаниях и выставках, статьи, объявления.

Адрес ресурса: <https://netelectro.ru/>

- Marketelectro Отраслевой электротехнический портал. Представлены новости отрасли и компаний, объявления, статьи, информация о мероприятиях, фотогалерея, видеоматериалы, нормативы и стандарты, библиотека, электромаркетинг. Адрес ресурса: <https://marketelectro.ru/>

- Чертежи.ru Адрес ресурса: <https://chertezhi.ru/>

- БАЗА ДАННЫХ ПО ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СЕТЯМ и

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЮ URL: <https://online-electric.ru/dbase.php>

- База данных ГОСТов по энергетике. Адрес

ресурса: <https://www.ruscable.ru/doc/docgost/>

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Реализация дисциплины «Анализ режимов электрических сетей» требует наличия учебной аудитории для проведения лекционных занятий.

Оборудование аудитории: комплект учебной мебели:

- рабочее место преподавателя (стол, стул);
- рабочие места обучающихся (столы, стулья).

Технические средства обучения:

- проектор;
- экран.

Переносное техническое оборудование:

- переносной компьютер.

Для проведения практических занятий используется учебная аудитория.

Оборудование аудитории: комплект учебной мебели:

- рабочее место преподавателя (стол, стул);
- рабочие места обучающихся (столы, стулья).

Технические средства обучения:

- персональные компьютеры в сборе – 20 шт.

Для самостоятельной работы используется «Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций. Аудитория для самостоятельной работы»

Оборудование аудитории: комплект учебной мебели:

- рабочее место преподавателя (стол, стул);
- рабочие места обучающихся (столы, стулья).

Технические средства обучения:

- персональный компьютер с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде вуза.

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Анализ режимов электрических сетей».

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета электрических сетей. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Методика выполнения курсового проекта изложена в методических указаниях. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"><li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li><li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li><li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li><li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li><li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li></ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом, зачетом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведу- ющего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализированы разделы 8.1, 8.2 пункта 8, а именно «Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины», «Лицензионное программное обеспечение», «Свободно распространяемое и бесплатное программное обеспечение», «Современные профессиональные базы данных». Актуализирован пункт 9 «Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса»	31.08.2025	