

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета Бурковский А.В.  
«31» августа 2018 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины  
«Анализ режимов электрических сетей»

**Направление подготовки** 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

**Магистерская программа** «Электроэнергетические системы»

**Квалификация выпускника** магистр

**Нормативный период обучения** 2 года / 2 года и 4 м.

**Форма обучения** очная / заочная

**Год начала подготовки** 2018

Автор программы

/Королёв Н.И./

Заведующий кафедрой  
Электромеханических  
систем и электроснабжения

/Шелякин В.П./

Руководитель ОПОП

/Шелякин В.П./

Воронеж 2018

## 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	108	18
<b>Курсовой проект</b>	+		+
Часы на контроль	36	-	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет	+	+	+
Общая трудоемкость академические часы з.е.	252 7	144 4	108 3

#### **заочная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		2	3
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	54	32	22
В том числе:			
Лекции	20	14	6
Практические занятия (ПЗ)	34	18	16
<b>Самостоятельная работа</b>	185	108	77
<b>Курсовой проект</b>	+		+
Часы на контроль	13	4	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет	+	+	+
Общая трудоемкость академические часы з.е.	252 7	144 4	108 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	<p>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.</p> <p>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.</p>	6	8	20	34
2	Расчёты простых электрических сетей	<p>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 <math>U=35\text{kV}</math>. Векторные диаграммы мощностей в электрических сетях. Общая характеристика баланса мощностей в электрических сетях. Векторные диаграммы мощностей при различных уровнях нагрузки. Понятие зарядной мощности.</p>	6	8	20	34
3	Расчёты сложных электрических сетей	<p>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</p>	6	8	20	34
4	Обеспечение показателей качества электроэнергии	<p>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.</p>	6	10	22	38

		<p>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</p> <p>Электрическая энергия как экономическая категория. Показатели качества электроэнергии.</p> <p>Меры по уменьшению асимметрии трёхфазного напряжения..</p>				
5	Технико-экономический анализ в электрических сетях	<p>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</p> <p>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.</p> <p>Различие между приемлемой и оптимальной надбавками напряжения. Проверка сети 0,38 кВ по условиям запуска электродвигателя.</p>	6	10	22	38
6	Энергосбережение в электрических сетях	<p>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.</p>	6	10	22	38

		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	4	4	30	38
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 электрических сетях. Общая характеристика баланса мощностей в электрических сетях. Векторные диаграммы мощностей при различных уровнях нагрузки. Понятие зарядной мощности	4	6	30	40

3	Расчёты сложных электрических сетей	<p>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</p>	4	6	30	40
4	Обеспечение показателей качества электроэнергии	<p>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.</p> <p>Меры по уменьшению асимметрии трёхфазного напряжения..</p>	4	6	32	42
5	Технико-экономический анализ в электрических сетях	<p>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</p>	2	6	32	40

		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	6	31	39
<b>Итого</b>			<b>20</b>	<b>34</b>	<b>185</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 простых замкнутых сетей».

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 применение требований ЕСКД при оформлении конструкторской документации	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 разделы документации 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 пониманием взаимосвязи 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 сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-2	знать применение требований ЕСКД при	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%

	оформлении конструкторской документации			
	уметь подготавливать разделы документации на основе типовых технических решений	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть пониманием взаимосвязи 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 применение требований ЕСКД при оформлении конструкторской документации	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь подготавливать разделы документации 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
	пониманием взаимосвязи 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 (типичные 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

стей;

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. II-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. Как выглядит структура энергетической системы России?
2. Расшифровать марки проводов А95 и АС240/32
3. При каких условиях потеря напряжения оказывается меньше нуля?
4. В чем отличие схем замещения воздушной линии с  $U_n \leq 35$  кВ и кабельной линии  $U_n \leq 10$  кВ?
5. Сформулировать требования к электрическим сетям как к составной части энергосистемы.
6. Назвать основные электроизоляционные материалы, используемые в ВЛ.
7. Как рассчитывается критическое фазное напряжение короны?
8. Дать сравнение нормальной и обедненной пропиток изоляции кабеля.
9. Что называется продольной составляющей падения напряжения?
10. Перечислить требования к материалам и конструкциям ВЛ
11. Как влияет «обеднение» пропитки бумажной изоляции кабеля на его эксплуатационные характеристики?
12. Для чего применяется защитный покров кабеля?
13. При каких значениях  $U_{ном}$  учитываются токи утечки через изоляторы при построении схемы замещения?
14. По каким признакам классифицируются электрические сети?
13. В чем разница между оболочкой и броней кабеля?
14. Какие опыты короткого замыкания проводятся при приемосдаточных испытаниях трехобмоточных трансформаторов?
15. Начертить векторную диаграмму мощностей при условии, что в линии нет ни дефицита, ни избытка реактивной мощности.

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

1. Почему в ночное время средневзвешанный коэффициент мощности промышленных предприятий выше, чем в дневное?
2. Начертить схему замещения трехфазной линии, состоящей из двух узлов (передающий и приемный концы) и дать характеристику принятых в ней обозначений.

3. Как определить по годовому графику нагрузки число часов использования наибольшей нагрузки?
4. Начертить векторную диаграмму мощностей двухузловой линии с дефицитом реактивной мощности.
5. В каком соотношении находятся между собой в трансформаторе ток намагничивания и его реактивная составляющая?
6. Охарактеризовать порядок расчета разомкнутой сети при заданных мощности нагрузки и напряжении источника питания
7. Что характерно для представления комплексной нагрузки неизменными активной и реактивной мощностями?
8. По результатам какого опыта рассчитывается активная проводимость в Г-образной схеме замещения трехобмоточных трансформаторов?
9. Какие разновидности выделяют среди суточных графиков одного и того же потребителя электроэнергии?
10. Чем характеризуется дефицит реактивной мощности в линии?
11. При каком характере нагрузки потеря напряжения в линии может быть меньше нуля?
12. Чем характеризуется избыток реактивной мощности в линии?
13. Какие причины приводят к увеличению отклонения напряжения?
14. Чем отличаются «потеря» и «падение» напряжения?
15. Как определяется коэффициент несинусоидальности кривой напряжения?
16. Почему при расчете сечения линий по допустимой потере напряжения задача имеет множество решений, если сеть состоит из нескольких участков?
17. При каких условиях можно пренебречь поперечной составляющей падения напряжения в линии?
18. Что представляет собой экономическая плотность тока?
19. Почему в падении напряжения выделяют продольную и поперечную составляющие, а в потере напряжения таких составляющих нет?
20. Как влияет отклонение частоты в электрической сети на работу асинхронных двигателей?
21. Почему допустимый по условиям нагрева ток растет с увеличением диаметра проводника, а допустимая плотность тока при этом уменьшается?
22. Почему при задании величины напряжения на передающем конце линии расчет ее возможен лишь при использовании метода итераций?
23. Как влияет отклонение напряжения в электрической сети на работу асинхронных двигателей?
24. Чем отличаются используемые при расчете потерь электрической энергии в линии понятия «время наибольшей нагрузки» и «время наибольших потерь»?
25. Как влияют высшие гармонические составляющие на величину отклонения напряжения сети?
26. Как учитывается поперечная составляющая падения напряжения при

- расчете распределительных сетей с  $U_{\text{ном}} \leq 35 \text{кВ}$ ?
27. Из чего складываются приведенные затраты при оценке вариантов проектируемых сетей?
28. Как осуществляется регулирование напряжения изменением потоков реактивной мощности?
29. Дать определение однородной электрической сети.
30. Почему не совпадают друг с другом время наибольшей нагрузки  $T_{\text{нб}}$  и время наибольших потерь  $\tau$ ?

### 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, защита курсового проекта
2	Расчёты простых электрических сетей	ПК-2	Тест, контрольная работа, защита курсового проекта
3	Расчёты сложных электрических сетей	ПК-2	Тест, контрольная работа, защита курсового проекта
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 методики 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 курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

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

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

8.1.1 Королёв Н.И. Электрические сети и системы: учеб. пособие/Н.И. Королёв.- 2-е изд., перераб. и доп.-Воронеж.: Научная книга, 2007-121 с.

8.1.2 Ананичева С.С. Анализ электроэнергетических сетей и систем в примерах и задачах [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ананичева С.С., Шелюг С.Н.— Электрон. текстовые данные.— Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016.— 176 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65910.html>.— ЭБС «IPRbooks»

8.1.3 Лыкин, А.В. Электрические системы и сети : учебник / А.В. Лыкин. — Новосибирск : НГТУ, 2017. — 363 с. — ISBN 978-5-7782-3037-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118089>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8.1.4 Электрические системы и сети в примерах и иллюстрациях: Учеб. пособие для электроэнерг. спец./В.В.Ежиков, Г.К.Зарудский, Э.Н.Зев и

др.: под ред В.А.Строева-М.: высш. шк., 1999.-352с.

**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 и информационных справочных систем:**

8.2.1 Программное обеспечение

– Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Academic

– OpenOffice;

– Adobe Acrobat Reader

– Internet explorer;

– SMath Studio;

– DIALux;

– Компас-График LT;

– AutoCAD;

– NanoCAD.

8.2.4 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

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

– Образовательный портал ВГТУ <https://education.cchgeu.ru/>

8.2.5 Информационные справочные системы

– <http://window.edu.ru>

– <https://wiki.cchgeu.ru/>

8.2.6 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/>

– Единая система конструкторской документации. URL:

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

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащённая плакатами и пособиями по профилю. Учебная лаборатория «Электроэнергетические системы и сети» в ауд. 138/3. Видеопроектор Epson.

## **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.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

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

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

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 усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
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 заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	
2	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	
3			