





Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 28 февраля 2018 года № 144 на основании учебного плана, принятого УС ДПИ НГТУ

протокол от 02.06.2023 № 9

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры-разработчика РПД «Автоматизация, энергетика, математика и информационные системы»

протокол от 08.06.2023 № 8

Зав. кафедрой к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ Л.Ю. Вадова  
(подпись)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой Автоматизация, энергетика, математика и информационные системы

к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ Л.Ю. Вадова  
(подпись)

Начальник ОУМБО \_\_\_\_\_ И.В. Старикова  
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в ОУМБО: 13.03.02 - 34

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи освоения дисциплины .....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) .....	4
4. Структура и содержание дисциплины.....	8
5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	16
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	19
7. Информационное обеспечение дисциплины.....	20
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	21
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	21
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	22
11. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	24

# 1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1 Цель освоения дисциплины:

- формирование знаний о физике процессов, протекающих в электроэнергетических системах и сетях при передаче и распределении электроэнергии, о законах построения электроэнергетических систем (ЭЭС) и управления их режимами, об обеспечении качества, надежности и экономичности режимов работы ЭЭС.

## 1.2 Задачи освоения дисциплины (модуля):

- изучение и анализ научно-технической информации;
- применение стандартных пакетов прикладных программ для математического моделирования процессов и режимов работы объектов;
- проведение экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований и анализ результатов, составление обзоров и отчетов по выполненной работе.

# 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Электроэнергетические системы и сети» включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: безопасность жизнедеятельности, электроснабжение, электрический привод, электрические машины.

Дисциплина «Электроэнергетические системы и сети» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: для защиты ВКР.

Рабочая программа дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся, по их личному заявлению.

# 3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Таблица 1а

## Формирование компетенции ПКС-1 дисциплинами для очной формы

Компетенция	Названия учебных дисциплин, модулей, практик, участвующих в формировании компетенции вместе с данной дисциплиной	Семестры формирования компетенции							
		1 курс семестр		2 курс семестр		3 курс семестр		4 курс семестр	
		1	2	3	4	5	6	7	8
ПКС-1	Электрический привод								
	Экономия и учет энергоресурсов и энергетический мониторинг								

Электрические станции и подстанции									
<b>Электроэнергетические системы и сети</b>									
Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем									
Техника высоких напряжений									
Электроснабжение									
Переходные процессы в электроэнергетических системах									
Электротехнологические установки									
Электромагнитная совместимость в электроэнергетике									
Надежность электроснабжения									
Энергоснабжение									
Электрическое освещение									
Воздушные и кабельные ЛЭП									
Приемники и потребители электрической энергии систем электроснабжения									
Специальные вопросы электроснабжения									
Ознакомительная практика									
Проектная практика									
Эксплуатационная практика									
Преддипломная практика									
Подготовка к процедуре защиты и процедура защита ВКР									

Таблица 16

**Формирование компетенции ПКС-1 дисциплинами для заочной формы**

Компетенция	Названия учебных дисциплин, модулей, практик, участвующих в формировании компетенции вместе с данной дисциплиной	Курсы формирования компетенции				
		1 курс	2 курс	3 курс	4 курс	5 курс
ПКС-1	Электрический привод					

Экономия и учет энергоресурсов и энергетический мониторинг					
Электрические станции и подстанции					
<b>Электроэнергетические системы и сети</b>					
Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем					
Техника высоких напряжений					
Электроснабжение					
Переходные процессы в электроэнергетических системах					
Электротехнологические установки					
Электромагнитная совместимость в электроэнергетике					
Надежность электроснабжения					
Энергоснабжение					
Электрическое освещение					
Воздушные и кабельные ЛЭП					
Приемники и потребители электрической энергии систем электроснабжения					
Специальные вопросы электроснабжения					
Ознакомительная практика					
Проектная практика					
Эксплуатационная практика					
Преддипломная практика					
Подготовка к процедуре защиты и процедура защита ВКР					

ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Таблица 2

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПКС-1 Способен участвовать в проектировании электрических станций и подстанций	ИПКС-1.1 Выполняет анализ данных для проектирования.	<b>Знать:</b> основы электрических сетей.	<b>Уметь:</b> рассчитывать электрические схемы;	<b>Владеть:</b> навыками применения современных методов анализа и управления режимами электрических сетей.	Устный опрос Защита лабораторных работ	Вопросы для устного собеседования
	ИПКС-1.3 Подготавливает текстовые и графические разделы проектной и рабочей документации на основе типовых технических решений	<b>Знать:</b> основные схемы и методы построения электрических сетей	<b>Уметь:</b> рассчитывать и выбирать элементы схем с использованием каталогов и ов	<b>Владеть:</b> методами расчета и выбора элементов электрических сетей		



## 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 7 зач.ед./252 часа, распределение часов по видам работ семестрам представлено в табл.3 и 4.

Таблица 3

**Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов очного обучения**

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр	
		7	8
<b>1. Контактная работа обучающихся с преподавателем</b> (по видам учебных занятий) (всего), в том числе:	120	55	65
<b>1.1. Аудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	111	51	60
- лекции (Л)	58	34	24
- лабораторные работы (ЛР)	20	8	12
- практические занятия (ПЗ)	33-	9	24
<b>1.2. Внеаудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	9	4	5
- групповые консультации по дисциплине	4	4	
- групповые консультации по промежуточной аттестации (экзамен)	-	-	
- индивидуальная работа преподавателя с обучающимся:			
- по проектированию: проект (работа)	5		5
- по выполнению РГР			
- по выполнению КР			
- по составлению реферата (доклада, эссе)			
<b>2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)</b>	96	35	61
<b>Вид промежуточной аттестации</b> Экзамен	36	36	-
Зачёт с оценкой			
<b>Общая трудоемкость, часы/зачетные единицы</b>	252/7	126/3,5	126/3,5

Таблица 4

**Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по курсам для студентов заочного обучения**

Вид учебной работы	Всего часов	Курс	
		4	5
<b>1. Контактная работа обучающихся с преподавателем</b> (по видам учебных занятий) (всего), в том числе:	27	24	3
<b>1.1. Аудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	18	18	-

- лекции (Л)	9	9	-
- лабораторные работы (ЛР)	2	2	-
- практические занятия (ПЗ)	7	7	-
<b>1.2. Внеаудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	9	6	3
- групповые консультации по дисциплине	3	-	3
- групповые консультации по промежуточной аттестации (экзамен)	3	3	
- индивидуальная работа преподавателя с обучающимся: - по проектированию: проект (работа) - по выполнению РГР - по выполнению КР - по составлению реферата, доклада, эссе	3		3
<b>2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)</b>	212	111	101
<b>Вид промежуточной аттестации: Экзамен</b>	13	9	
<b>Зачёт с оценкой</b>			4
<b>Общая трудоемкость, часы/зачетные единицы</b>	252/7	144/4	108/3

## 4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Содержание дисциплины, структурированное по темам, приведено в таблицах 5 и 6.

Таблица 5

### Содержание дисциплины, структурированное по темам, для студентов очного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС)				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
<b>7 семестр</b>									
ПКС-1, ИПКС-1.1, ИПКС-1.3	Тема 1.1. Введение	0,5	-	-	1	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С. 10-12	Собеседование		
	Тема 1.2. Основные допущения	0,5	-	-	1				
	Тема 2.1. Компенсация реактивной мощности	3	-	-	2	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С. 14-15,23-30	Собеседование		
	Тема 2.2. Классификация электрических сетей	3	-	-	2				
	Тема 3.1. Общие сведения о схемах замещения	3	-	-	3	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для	Собеседование Выполнение практических за-		
	Тема 3.2. Электрические нагрузки узлов электрических сетей	3	-	-	3				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС)				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 3.3. Схемы замещения линий электропередач	3	-	15	4	самостоятельной работы. 6.1.1: С. 20-23,28-32,38-43,43-59,59-62	даний		
	Тема 3.4. Представление трансформаторов при расчете УР	3	-	18	4				
	Тема 3.5. Классификация реакторов	3	-	-	4				
	Тема 4.1. Расчет режимов простейших сетей	6	10	-	6	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С.68-81	Собеседование Выполнение лабораторных работ		
	Тема 4.2. Расчет режимов замкнутых сетей	6	10	-	6				
<b>8 семестр</b>									
	Тема 5.1. Потери электрической энергии и мощности	2		-	1	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С.82-98	Собеседование		
	Тема 5.2. Расчет, нормирование и снижение потерь электрической энергии при ее передаче по электрическим сетям	2		-	1				
	Тема 5.3. Методы расчета нагрузочных потерь	2		-	2				
	Тема 5.4. Составляющие условно-постоянных потерь электрической энергии при ее передаче	2		-	2				
	Тема 5.5. Иные составляющие	2		-	2				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС)				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	условно-постоянных потерь								
	Тема 5.6. Потери обусловленные допустимыми погрешностями системы учета электроэнергии	3		-	2				
	Тема 6.1. Прогнозирование нагрузок ЭЭС	2		-	2	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.2: С.57-58,80-97	Собеседование		
	Тема 6.2. Управление потоками реактивной мощности	2		-	2				
	Тема 6.3. Выбор проводов и кабелей	3		-	2				
	Тема 7.1. Представление схем замещения сложных электрических систем и сетей произвольной конфигурации	2		-	1	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С.20-24,62-68	Собеседование		
	Тема 7.2. Постановка задачи расчета установившегося режима	1		-	1				
	Тема 7.3. Расчет установившегося режима сложных электрических систем и сетей произвольной конфигурации	1		-	1				
	Подготовка курсового проекта				41				
	<b>Самостоятельная работа</b>				96				
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>58</b>	<b>20</b>	<b>33</b>	<b>96</b>				

Таблица 6

Содержание дисциплины, структурированное по темам, для студентов заочного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС)				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
<b>4 курс</b>									
ПКС-1, ИПКС-1.1, ИПКС-1.3	Тема 1.1. Введение	0,1			2	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С. 10-12	Собеседование		
	Тема 1.2. Основные допущения	0,1			2				
	Тема 2.1. Компенсация реактивной мощности	0,5			4	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С. 14-15,23-30	Собеседование		
	Тема 2.2. Классификация электрических сетей	0,5			4				
	Тема 3.1. Общие сведения о схемах замещения	0,5			4	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С. 20-	Собеседование Выполнение практических заданий		
	Тема 3.2. Электрические нагрузки узлов электрических сетей	0,5			4				
	Тема 3.3. Схемы замещения линий электропередач	0,5		3	9				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС)				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 3.4. Представление трансформаторов при расчете УР	0,5		4	9	23,28-32,38-43,43-59,59-62			
	Тема 3.5. Классификация реакторов	0,5			9				
	Тема 4.1. Расчет режимов простейших сетей	0,9	1		12	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С.68-81	Собеседование Выполнение лабораторных работ		
	Тема 4.2. Расчет режимов замкнутых сетей	0,9	1		12				
	Тема 5.1. Потери электрической энергии и мощности	0,25			2	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С.82-98	Собеседование		
	Тема 5.2. Расчет, нормирование и снижение потерь электрической энергии при ее передаче по электрическим сетям	0,25			2				
	Тема 5.3. Методы расчета нагрузочных потерь	0,25			4				
	Тема 5.4. Составляющие условно-постоянных потерь электрической энергии при ее передаче	0,25			4				
	Тема 5.5. Иные составляющие условно-постоянных потерь	0,25			4				
	Тема 5.6. Потери обусловленные допустимыми погрешностями системы учета электроэнергии	0,5			4				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС)				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 6.1. Прогнозирование нагрузок ЭЭС	0,25			5	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.2: С.57-58,80-97	Собеседование		
	Тема 6.2. Управление потоками реактивной мощности	0,25			5				
	Тема 6.3. Выбор проводов и кабелей	0,5			4				
	Тема 7.1. Представление схем замещения сложных электрических систем и сетей произвольной конфигурации	0,25			2	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С.20-24,62-68	Собеседование		
	Тема 7.2. Постановка задачи расчета установившегося режима	0,25			2				
	Тема 7.3. Расчет установившегося режима сложных электрических систем и сетей произвольной конфигурации	0,25			2				
	<b>ИТОГО за 4 курс</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>111</b>				
	<b>5 курс</b>								
	Подготовка курсового проекта				101				
	<b>Самостоятельная работа</b>				212				
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>212</b>				



## 5 ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

### 5.1.1 Примеры тестовых заданий для текущей аттестации

1. В учебном курсе Электроэнергетика ч.2 рассматриваются электрические сети:

+	переменного тока, трехфазные, напряжением выше 1000В
	постоянного тока при симметричных и синусоидальных токах и напряжениях
	переменного, трехфазные, при несимметричных и несинусоидальных токах и напряжениях

2. Распределительные сети обычно:

	замкнутые
+	разомкнутые или работают в разомкнутом режиме
	кольцевые

3. Преимуществом замкнутой одинарной сети, опирающейся на два центра питания, является:

+	уменьшение суммарной длины ВЛ по сравнению с присоединениями каждой подстанции «по кратчайшему пути»
	возможность применения простых схем присоединения подстанций
	повышение уровней токов короткого замыкания

4. По характеру потребителя распределительные сети подразделяются на:

+	промышленные и городские
	заводские и районные
	цеховые и квартальные

5. Продольные ветви – это ветви:

+	соединяющие все узлы, кроме узла с напряжением, равным нулю
	включенные между узлами схемы и нейтралью
	соединяющие все нейтрали

6. Явление ионизации молекул воздуха в условиях неравномерной напряженности электрического поля называется:

	Короткое замыкание
	Холостой ход
+	Коронный разряд
	Замыкание на землю

7. Нелинейные элементы характеризуются тем, что активное сопротивление, емкость и индуктивность:

	не зависят от тока и напряжения
	постоянны
+	существенно зависят от тока и напряжения
	изменяются по синусоидальному закону

### 5.1.2 Темы практических занятий и лабораторных работ:

- Расчет параметров схем замещения ВЛ;
- Расчет параметров схем замещения электропередачи;
- Расчет параметров схемы замещения цехового трансформатора;
- Расчет параметров схемы замещения силового двухобмоточного трансформатора установленного на ГПП;
- Расчет параметров схемы замещения силового трехобмоточного трансформатора установленного на ГПП.

### 5.1.3 Примерная тематика курсовых проектов (работ):

- Проектирование района электрических сетей,
- Проектирование электросетевого района городского электроснабжения

## 5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости обучающихся очной формы и традиционная система контроля и оценки успеваемости обучающихся заочной формы. Основные требования балльно-рейтинговой системы по дисциплине и шкала оценивания приведены в таблицах 7 и 8.

Таблица 7

### Требования балльно-рейтинговой системы по дисциплине

Виды работ	Количество подвидов работы	Максимальные баллы за подвид работы				Штрафные баллы За нарушение сроков сдачи
		1	2	3	4	
Выполнение лабораторных работ	1	35				
Посещение занятий	1	35				
Активность	1	30				

## Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-54% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 55-70% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 71-85% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 86-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПКС-1 Способен участвовать в проектировании электрических станций и подстанций	ИПКС-1.1 Выполняет анализ данных для проектирования.	Не знает основы теории электрических сетей. Не знает основные законы электротехники, связанные со спецификой работы электрических систем и сетей.	Имеет начальные представления основы теории электрических сетей. Знает базовые законы электротехники, связанные со спецификой работы электрических систем и сетей. Имеет начальные представления основы электрических сетей.	Знает базовые основы теории электрических сетей. Знает основные законы электротехники, связанные со спецификой работы электрических систем и сетей. Знает базовые основы электрических сетей. Умеет разработать базовые электрические схемы. Умеет рассчитать характеристики рабочих режимов основных элементов схемы. Умеет разработать базовые электрические схемы; выбрать элементы схем по каталогам и справочникам.	Знает основы теории электрических сетей. Знает законы электротехники, связанные со спецификой работы электрических систем и сетей. Знает основы электрических сетей.
	ИПКС-1.3 Подготавливает текстовые и графические разделы проектной и рабочей документации на основе типовых технических решений	Не умеет разработать электрические схемы. Не умеет рассчитать характеристики рабочих режимов. Не умеет разработать простейшие электрические схемы; выбрать элементы схем по каталогам и справочникам	Умеет разработать простейшие электрические схемы. Умеет рассчитать характеристики рабочих режимов некоторых элементов схемы. Умеет разработать простейшие электрические схемы; выбрать элементы схем по каталогам и справочникам.	Умеет разработать базовые электрические схемы. Умеет рассчитать характеристики рабочих режимов основных элементов схемы. Умеет разработать базовые электрические схемы; выбрать элементы схем по каталогам и справочникам.	Умеет разработать электрические схемы. Умеет рассчитать характеристики рабочих режимов. Умеет разработать электрические схемы; выбрать элементы схем по каталогам и справочникам.

**Критерии оценивания**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Высокий уровень «5» (отлично) - зачтено	оценку «отлично» заслуживает обучающийся, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо) - зачтено	оценку «хорошо» заслуживает обучающийся, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно) - зачтено	оценку «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно) – не зачтено	оценку «неудовлетворительно» заслуживает обучающийся, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ****6.1. Учебная литература**

6.1.1 Татаров Е.И. Электроэнергетика (Часть 2): комплекс учебно-методических материалов. 106с.

6.1.2 Татаров Е.И. Электропитающие системы и электрические сети: комплекс учебно-методических материалов. 117с.

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных выше на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

**6.2. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

6.2.1 Вуколов В.Ю., Куликов А.Л., Папков Б.В., Шарыгин М.В. Электропитающие системы и сети / В.Ю. Вуколов, А.Л. Куликов, Б.В. Папков, М.В. Шарыгин – Из-во Нижегородского государственного технического университета, Нижний Новгород, 2016. – 113 с.

6.2.2 Железко Ю.С. Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях: руководство для практич. расчетов / Ю.С. Железко, А.В. Артемьев, О.В. Савченко. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2006. – 280 с.: ил.

6.2.3 Воротницкий В.Э. Расчет, нормирование и снижение потерь электроэнергии в электрических сетях: учебно-методическое пособие / В.Э. Воротницкий, М.А. Калинкина. – 3-е изд.; стереотип. – М., 2003. – 64 с.

6.2.4 Справочник по проектированию электроэнергетических систем: Под ред. С.С. Рокотяна, И.М. Шапиро. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергия, 1977. – 288 с.: ил.

6.2.5 Методические указания по разработке курсовой работы по дисциплине Электроэнергетические системы и сети [http://www.nntu.ru/ineyl/osnovn\\_obrazovat\\_programm\\_ychebn\\_plan](http://www.nntu.ru/ineyl/osnovn_obrazovat_programm_ychebn_plan).

## 7 ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

### 7.1. Перечень информационных справочных систем

Дисциплина, относится к группе дисциплин, в рамках которых предполагается использование информационных технологий как вспомогательного инструмента.

Информационные технологии применяются в следующих направлениях: при подготовке и оформлении отчетов о лабораторных работах, выполнении заданий для самостоятельной работы.

Таблица 10

#### Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>

### 7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины

Таблица 11

#### Программное обеспечение

№ п/п	Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
1	Microsoft Windows 10 (подпискаMSDN 700593597, подпискаDreamSpark Premium, 19.06.19)	Adobe Acrobat Reader <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html</a>
2	Microsoft office 2010 (Лицензия № 49487295 от 19.12.2011)	OpenOffice <a href="https://www.openoffice.org/ru/">https://www.openoffice.org/ru/</a>
3	Консультант Плюс	PTC Mathcad Express <a href="https://www.mathcad.com/ru">https://www.mathcad.com/ru</a>

### Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице12 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ).

Таблица 12

### Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№ п/п	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>
2	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	<a href="https://cyberpedia.su/21x47c0.html">https://cyberpedia.su/21x47c0.html</a>
3	Инструменты и веб-ресурсы для веб-разработки – 100+	<a href="https://techblog.sdstudio.top/blog/instrumenty-i-veb-resursy-dlia-veb-razrabotki-100-plus">https://techblog.sdstudio.top/blog/instrumenty-i-veb-resursy-dlia-veb-razrabotki-100-plus</a>
4	Справочная правовая система «Консультант Плюс»	доступ из локальной сети

## 8 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 13 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования.

Таблица 13

### Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации

## 9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

В таблице 14 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ДПИ НГТУ.

Таблица 14

### Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	1150 Аудитория для лекционных занятий и демонстрационный ка-	Комплект демонстрационного оборудования. Мультимедийный проектор	

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
	бинет Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	Ерson- 1 шт.; Экран – 1 шт.	
2	1148 Лаборатория «Электроэнергетика» Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	Специализированные стенды для моделирования процессов в системах электроснабжения	
3	1234 Научно-техническая библиотека ДПИ НГТУ, студенческий читальный зал; Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	Комплект демонстрационного оборудования: ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе Intel Pentium G4560 3.5 ГГц, 4 Гб ОЗУ, монитор 20' – 1шт. Мультимедийный проектор Ерson- 1 шт.; Экран – 1 шт.; Набор учебно-наглядных пособий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows 10 Домашняя (поставка с ПК)</li> <li>• LibreOffice 6.1.2.1. (свободное ПО)</li> <li>• Foxit Reader (свободное ПО);</li> <li>• 7-zip для Windows (свободное ПО)</li> </ul>
4	1443а компьютерный класс - помещение для СРС, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ПК на базе Intel Celeron 2.67 ГГц, 2 Гб ОЗУ, монитор Acer 17' – 4 шт.</li> <li>ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows 7 (подписка- DreamSpark Premium)</li> <li>• Apache OpenOffice 4.1.8(свободное ПО);</li> <li>• Mozilla Firefox(свободное ПО);</li> <li>• Adobe Acrobat Reader (свободное ПО);</li> <li>• 7-zip для Windows (свободное ПО);</li> <li>• КонсультантПлюс(ГПД № 0332100025418000079 от 21.12.2018);</li> </ul>

## 10 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная, а также проводится в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- балльно-рейтинговая технология оценивания;
- текущий контроль знаний в форме собеседования.

При преподавании дисциплины «Электроэнергетические системы и сети», использу-

ются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность обучающихся при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса сопровождается компьютерными презентациями, в которых наглядно преподносятся материал различных разделов курса, что дает возможность обсудить материал с обучающимися во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала.

На лекциях, лабораторных занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет обучающимся проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на лабораторных занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием как встреч с обучающимися, так и современных информационных технологий (электронная почта).

Иницируется активность обучающихся, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы обучающегося, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости обучающихся в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с оценкой, экзамена с учетом текущей успеваемости.

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях обучающийся исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, обучающийся способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса в основном освоено. При устных собеседованиях обучающийся последовательно излагает учебный материал; при затруднениях способен после наводящих вопросов продолжить обсуждение, справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, обучающийся способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается несформированным**, если обучающийся при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

## **10.2. Методические указания для занятий лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рам-



ках каждой темы дисциплины (таблица 5 и 6). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

### **10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах**

Подготовку к каждой лабораторной работе обучающийся должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень ответственности результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

### **10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа по дисциплине регламентируется:

- Методические указания по самостоятельной работе студентов по дисциплинам кафедры АЭМИС для всех направлений и форм обучения;
- Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол №2 от 22 апреля 2013г. Постоянный адрес информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее по тексту в сети Интернет): [http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/met\\_rekom\\_organiz\\_samocit\\_rab.pdf?20](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_organiz_samocit_rab.pdf?20)

### **10.5. Методические указания для выполнения курсового проекта обучающимися**

- Методические указания по разработке курсового проекта по дисциплине Электроэнергетические системы и сети [http://www.nntu.ru/inety/osnovn\\_obrazovat\\_programm\\_ychebn\\_plan](http://www.nntu.ru/inety/osnovn_obrazovat_programm_ychebn_plan).

## **11 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости**

Для текущего контроля знаний, обучающихся по дисциплине проводится комплексная оценка знаний, включающая

- выполнение лабораторных и практических работ (п.5.1);
- выполнение курсового проекта;
- экзамен;
- зачет с оценкой.

#### **11.1.1.Пример задания на курсовой проект:**

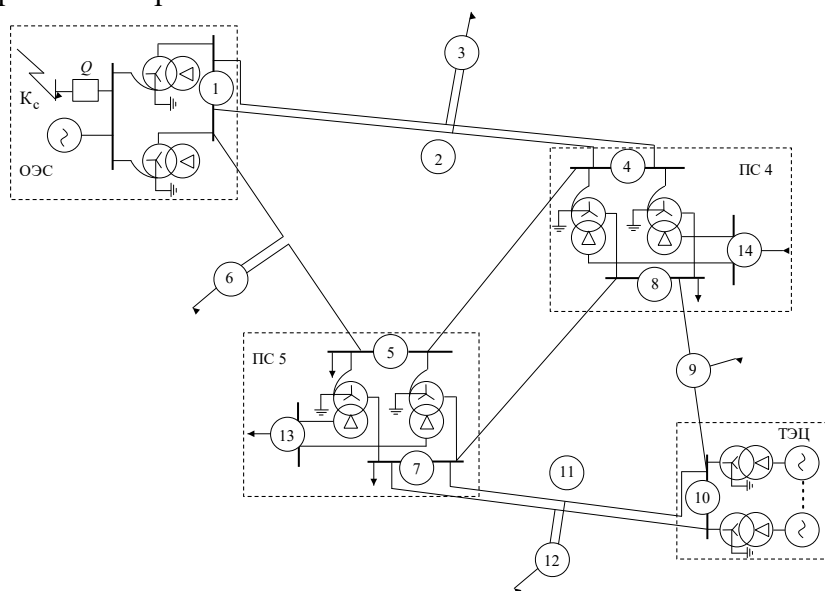
ФГБОУ ВПО НГТУ им Р.Е. Алексеева  
Инженерно-технологический факультет  
Кафедра «АЭМИС»

**ЗАДАНИЕ**  
на курсовой проект «Проектирование района электрических сетей»  
Вариант № 01

- Значение нагрузок в узлах схемы

№ узла	Наименование потребителя	Напряжение, кВ	Общая нагрузка, МВт	Категория потребителя
3	Нефтеперераб. завод	110	40	I-II
	Авиационный завод	110	25	II-III
6	Цветная металлургия	110	70	I-II
	Черная металлургия	220	40	I-II
7	Деревообраб. завод	110	30	II-III
8	Прядильно-ткацкая ф-ка	110	25	II-III
9	Деревообработ. комбинат	110	25	I-II
	Мебельная фабрика	110	15	II-III
	Металлург. пр-во	6	11,5	I-III
	Цех разделения воздуха	6	2,5	I-II
	Цех подготовки шихты	6	6	I-III
	Литейное производство	6	4	I-III
	Насосная	6	3	I-II
	Транспортный цех	6	3	I-III
12	Пищевая пром.	10	35	II-III
	Тяжелое машиностр.	10	45	II-III
13	Печатн. и отделочн. ф-ка	10	20	II-III
14	РМЗ	10	20	II-III

- План электросетевого района



- Расчетные длины линий электросетевого района

Наименование ЛЭП	1-2	2-3	3-4	4-5	1-6	6-5	7-8	7-11	11-10	8-9	9-10	11-12
Длина ЛЭП, км	90	30	35	80	90	80	80	30	50	40	40	20

Перечень вопросов подлежащих разработке:

- Выполнить комплекс оценочных расчетов режима наибольших нагрузок сетевого рай-

она;

- Выбрать провода воздушных линий и схемные решения РУ ВН подстанций сетевого района;
- Выполнить комплекс уточняющих расчетов рабочих и ремонтных (послеаварийных) расчетов режимов сетевого района;
- Расчет уставок средств регулирования напряжения на силовых трансформаторах проектируемой подстанции.

Графическая часть:

- Однолинейная схема района электрических сетей;
- Схема замещения сети. Векторные диаграммы характерных режимов

## **11.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине.**

Форма проведения аттестации по дисциплине

- экзамен: в форме письменного экзамена для обучающихся очной формы и заочной формы.
- зачет с оценкой: в форме устного зачета для обучающихся очной формы и заочной формы.

### **Перечень вопросов к экзамену по дисциплине Б1.В.ОД.3 «Электроэнергетические системы и сети»**

- Балансы активной и реактивной мощности и их связь с параметрами режима.
2. Общие положения проблемы регулирования напряжения в сетях энергосистемы.
3. Регулирование напряжения на электростанциях.
4. Регулирование напряжения на понижающих подстанциях.
5. Общая характеристика технических средств регулирования напряжения изменением коэффициента трансформации.
6. Общая характеристика технических средств регулирования напряжения изменением параметров режима электропередачи и параметров ЛЭП.
7. Характеристики режимов работы ЭЭС. Графики нагрузки.
8. Баланс активной мощности и его связь с частотой. Требования к частоте. Резервы генерирующих мощностей.
8. Первичное регулирование частоты в энергосистеме.
10. Вторичное регулирование частоты в энергосистеме и автоматика, препятствующая аварийному снижению частоты.
11. Расходные характеристики ТЭС.
12. Оптимальное распределение мощностей в ОЭС с избыточными и дефицитными энергосистемами.
13. Возможное участие потребителей в регулировании частоты электрического тока.
14. Функции автоматики регулирования параметров режима ЭЭС.
15. Понятие "броня" в задаче поддержания параметров режима ЭЭС.
16. Обобщенная модель структуры электропотребления ПП с непрерывным производством.
17. Баланс реактивной мощности и его связь с напряжениями в узлах сети. Требования к отклонениям напряжения.
18. Встречное регулирование напряжения. Основные положения метода и его техническая реализация.
19. Общие положения нормирования уровня компенсации реактивной мощности.

20. Установки продольной компенсации. Области применения. Схемо-технические решения.
21. Батареи статических конденсаторов поперечного включения. Области применения. Схемо-технические решения.
22. Регулирование напряжения на двухобмоточных трансформаторах. Устройства регулирования. Выбор ответвлений.
23. Регулирование напряжения на трехобмоточных трансформаторах. Регулирующие устройства. Выбор ответвлений.
24. Регулирование напряжения на автотрансформаторах. Устройство РПН на стороне СН. Прямой режим.
25. Регулирование напряжения на автотрансформаторах. Устройство РПН на стороне СН. Реверсивный режим.
26. Регулирование напряжения на автотрансформаторах. Устройство РПН в нейтрали автотрансформатора. Прямой режим.
27. Использование последовательных (вольтодобавочных) трансформаторов. Схема продольного регулирования.
28. Использование последовательных (вольтодобавочных) трансформаторов. Схема поперечного регулирования.
29. Использование последовательных (вольтодобавочных) трансформаторов. Схема смешанного регулирования.
30. Линейные регулировочные трансформаторы.
31. Сравнительная характеристика последовательных и линейных регулировочных трансформаторов.
32. Сравнительная эффективность устройств регулирования напряжения на автотрансформаторах.
33. Регулирование напряжения с помощью силовых трансформаторов. Устройство ПБВ. Устройство РПН.
34. Типы заземлений. Нулевые проводники: PE, N, PEN.
35. Факторы, определяемые режимом нейтрали.
36. Коэффициент эффективности заземления нейтрали, значения при различных режимах работы нейтрали. Экспериментальное определение.
37. Характеристика сетей с большим током замыкания на землю.
38. Мировая практика применения глухозаземленной нейтрали сетей. Достоинства и недостатки.
39. Определение сети с эффективно заземленной нейтралью. Схема замещения. Способы заземления нейтрали на трансформаторах.
40. Изолированная нейтраль. Векторные диаграммы напряжений нормального режима. Приближенный расчет величины емкостного тока ОЗЗ. (Фаза – по указанию преподавателя).
41. Изолированная нейтраль. Векторные диаграммы напряжений однофазного металлического ОЗЗ в фазе "по указанию преподавателя".
42. Токи замыкания на землю в сети с малым током ОЗЗ. Эпюры распределения емкостных токов при ОЗЗ.
43. Достоинства и недостатки режима изолированной нейтрали.
44. Нейтраль, заземленная через ДГР. Степень компенсации.
45. Резистивное высокоомное заземление нейтрали.
46. Резистивное низкоомное заземление нейтрали.
47. Достоинства и недостатки резистивного режима заземления нейтрали.
48. Сети среднего напряжения, работающие с глухозаземленной нейтралью.
49. Способы включения в сеть ДГР или резисторов RN.
50. Изолированная нейтраль. Векторные диаграммы напряжений ОЗЗ  $R_{П} \neq 0$  в фазе (по указанию преподавателя).

51. Общая характеристика энергосистем. Классификация электрических сетей.
52. Основные конструктивные элементы ВЛ электропередач.
53. Общие сведения о схемах замещения.
54. Расчет и векторная диаграмма ЛЭП при заданном токе (мощности) нагрузки.
55. Расчетные нагрузки подстанций при расчетах УР.
56. Определение потери и падения напряжения в ЛЭП по известным мощности и напряжению в конце линии.
57. Расчет и векторная диаграмма сети из двух последовательных ЛЭП при заданных мощностях нагрузки и напряжении в конце.
58. Распределение потоков мощности и напряжений в простых замкнутых сетях.
59. Метод расщепления схем.
60. Представление ВЛ и КЛ в схемах замещения при расчетах УР.
61. Представление генераторов при расчетах УР.
62. Векторная диаграмма синхронного генератора в режиме перевозбуждения.
63. Представление нагрузок при расчетах УР.
64. Представление двухобмоточных трансформаторов в схемах замещения при расчетах УР.
65. Представление трансформаторов с расщепленными обмотками в схемах замещения при расчетах УР.
66. Представление трехобмоточных трансформаторов в схемах замещения при расчетах УР.
67. Представление автотрансформаторов в схемах замещения при расчетах УР.
68. Представление реакторов в схемах замещения при расчетах УР.
69. Оценка активных сопротивлений трансформаторов и автотрансформаторов при числе обмоток более двух.
70. Влияние распределения нагрузок по обмоткам многообмоточных трансформаторов и АТ на выбор схемы замещения при расчетах УР.
71. Структура нормативов потерь электрической энергии.
72. Структура условно-постоянных потерь электрической энергии.
73. Общая характеристика методов расчета нагрузочных потерь электрической энергии.
74. Влияние значений коэффициента мощности и коэффициента формы на величину нагрузочных потерь электрической энергии.
75. Расчеты нагрузочных потерь электрической энергии по методам средних нагрузок и методу числа часов наибольших потерь мощности.
76. Баланс электроэнергии электросетевой организации.
77. Технические потери электроэнергии при ее передаче и их составляющие.
78. Технологические потери электроэнергии при ее передаче и их составляющие.
79. Обзор классических методов расчета нагрузочных потерь.
80. Метод оперативных расчетов нагрузочных потерь (расчет по графику нагрузки, метод графического интегрирования).
81. Определение потерь по методу наибольших потерь . Расчет на годовом и более коротких интервалах расчета.
82. Модификации метода наибольших потерь: метод .
83. Модификации метода наибольших потерь: метод .
84. Определение потерь по методу средних нагрузок.
85. Характеристика составляющих условно-постоянных потерь электроэнергии при ее передаче.
86. Потери холостого хода трансформаторов и шунтирующих реакторов. Зависимость от параметров режима сети. Перспективы уточнения.
87. Условно-постоянные потери электроэнергии при ее передаче. Группа "климатические" потери.

88. Условно-постоянные потери электроэнергии при ее передаче. Группа "компенсирующие устройства".
89. Потери в системах учета электрической энергии. Основные аспекты.
90. Погрешность измерительного тракта (канала) учета электрической энергии.
91. Относительная и абсолютная погрешности измерения электрической энергии для ЭСО.
92. Схема подключения счетчика электроэнергии. Обработка показаний индукционных и электронных счетчиков.
93. Способы определения коэффициента формы графика электропередачи.

### 11.2.2. Задачи для промежуточной аттестации

#### 1. Расчет параметров схем замещения ВЛ.

Рассчитать параметры схем замещения ВЛ, технические характеристики которых приведены в таблице 1. Оценить влияние способа подвески проводов на опорах на численные характеристики схем замещения для трех характерных случаев.

Таблица 1 – Исходные данные для практической работы «Расчет параметров схем замещения ВЛ»

Вариант	Длина, км	$U_{ном}$ , кВ	Марка провода	Расчетный диаметр, мм	$R_0$ , Ом/км	Подвеска 1	Подвеска 2	Подвеска 3
1	10	6	АС-35/6,2	8,4	0,790	1,5; 1,5; 3,0	1,5; 1,5; 1,5	1,5; 1,5; 2,0
2	10	10	АС-50/8,0	9,6	0,603	2,0; 2,0; 3,0	2,0; 2,0; 4,0	2,0; 2,0; 2,0
3	10	6	АС-70/11	11,4	0,429	1,7; 1,7; 1,7	1,7; 1,7; 3,4	1,7; 1,5; 1,6
4	10	10	АС-70/12	15,4	0,428	2,2; 2,2; 2,2	2,2; 2,4; 2,6	2,2; 2,2; 4,4
5	10	6	АС-95/16	13,5	0,306	1,6; 1,6; 3,2	1,6; 1,6; 1,6	1,6; 1,6; 2,0
6	10	10	АС-35/6,2	8,4	0,790	2,0; 2,0; 4,0	2,0; 2,0; 3,0	2,0; 2,0; 2,0
7	10	6	АС-50/8,0	9,6	0,603	1,5; 1,5; 1,5	1,5; 1,5; 3,0	1,5; 1,5; 2,0
8	10	10	АС-70/11	11,4	0,429	2,2; 2,4; 2,6	2,2; 2,2; 2,2	2,2; 2,2; 4,4
9	10	6	АС-70/12	15,4	0,428	1,7; 1,7; 3,4	1,7; 1,7; 1,7	1,7; 1,5; 1,6
10	10	10	АС-95/16	13,5	0,306	1,9; 1,9; 1,9	1,9; 1,9; 3,8	1,9; 1,9; 2,6

#### 2. Расчет параметров схем замещения электропередачи

Рассчитать параметры схемы замещения электропередачи, технические характеристики которой приведены ниже (Таблица ). Параметры поперечных ветвей схемы замещения рассчитать для двух случаев представления.

3. Таблица 2 – Исходные данные для практической работы «Расчет параметров схем замещения электропередачи»

Вариант	$U_{ном}$ , кВ	Число цепей, шт.	Длина, км	Расстояние между фазами, м	Параметры одной цепи				
					Марка провода	Расчетный диаметр, мм	$R_0$ , Ом/км	Число проводов в фазе, шт.	Расстояние между проводами в фазе, см
1	220	2	130	8, 14, 8	АС-300/39	24,0	0,098	1	
2	110	2	60	5, 7, 5	АС-70/32	15,4	0,428	1	
3	220	2	180	8, 8, 8	АС-300/39	24,0	0,098	1	
4	500	1	300	14, 14, 28	АС-300/39	24,0	0,098	3	45
5	110	2	120	5, 8, 5	АС-95/32	19,8	0,321	1	
6	220	2	130	8, 16, 8	АС-300/39	24,0	0,098	1	
7	110	2	100	5, 5, 5	АС-120/32	15,4	0,253	1	
8	220	2	130	8, 14, 8	АС-400/39	27,5	0,075	1	
9	110	2	50	5, 10, 5	АС-240/32	21,6	0,121	1	
10	500	1	40	14, 14, 28	АС-300/39	24,0	0,098	3	50

#### 4. Расчет параметров схемы замещения цехового трансформатора

Выбрать схему замещения и определить ее параметры для расчета установившегося режима цехового трансформатора. Определить мощность потерь с использованием параметров схемы замещения. Исходные данные для расчета приведены ниже (Таблица ).

5. Таблица 3 – Исходные данные для практической работы «Расчет параметров схемы замещения цехового трансформатора»

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тип трансформатора	ТМ	ТМ	ТМЗ	ТМЗ	ТМ	ТМС	ТМЗ	ТМЗ	ТМ	ТМЗ
Номинальная мощность, $S_{ном}$ , кВА	400	630	1000	1600	2500	1000	400	630	1000	1600
Номинальные напряжения:										
$U_{вн}$ , кВ	6	10	6	10	6	10	10	6	10	6
$U_{нн}$ , кВ	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Активные потери х.х., $P_x$ , кВт	1,05	1,56	2,45	3,30	4,60	2,75	1,08	1,68	2,45	3,30
Активные потери к.з., $P_k$ , кВт	5,50	7,60	11,0	16,5	26,0	12,2	5,50	7,60	12,2	16,5
Напряжение к.з., $u_k\%$ , %	4,5	5,5	5,5	5,5	5,5	8,0	5,5	6,5	5,5	5,5
Ток х.х., $I_x\%$ , %	2,1	2,0	1,4	1,3	1,0	1,5	4,5	3,2	1,4	1,3
Нагрузка трансформатора:										
$P_2$ , кВт	200	300	450	800	1100	400	180	320	500	700
$Q_2$ , квар	80	120	170	350	500	150	60	110	210	300

#### 6. Расчет параметров схемы замещения силового двухобмоточного трансформатора установленного на ГПП.

Выбрать схему замещения и определить ее параметры для расчета установившегося режима силового двухобмоточного трансформатора, установленного на ГПП. Определить мощность потерь:

- с использованием параметров схемы замещения;
- с использованием каталожных данных трансформатора.

Исходные данные для расчета приведены ниже (4).

Таблица 4– Исходные данные для практической работы «Расчет параметров схемы замещения силового двухобмоточного трансформатора установленного на ГПП»

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тип трансформатора	ТДН	ТДН	ТДН	ТДН	ТМН	ТДН С	ТДНС	ТМН	ТДН С	ТДНС
Номинальная мощность, $S_{ном}$ , кВА	10000	16000	10000	16000	6300	10000	16000	6300	10000	16000
Номинальные напряжения:										
$U_{вн}$ , кВ	115	115	115	115	35	35	36,75	35	35	36,75
$U_{нн}$ , кВ	6,3	6,3	11,0	11,0	6,3	6,3	6,3	10,5	10,5	10,5
Активные потери х.х., $P_x$ , кВт	14	21	14	21	9,25	12,5	18,0	9,25	12,5	18,0
Активные потери к.з., $P_k$ , кВт	60	86	60	86	46,5	60,0	85,0	46,5	60,0	85,0
Напряжение к.з., $u_k\%$ , %	10,5	10,5	10,5	10,5	7,5	8,0	10,0	7,5	8,0	10,0
Ток х.х., $I_x\%$ , %	0,9	0,85	0,9	0,9	0,9	0,8	0,6	0,9	0,8	0,6
Нагрузка трансформатора:										
$P_2$ , кВт	5000	9000	6000	8000	3500	5500	7000	3700	5600	6800
$Q_2$ , квар	2000	3600	2400	3200	1400	2000	2800	1400	2100	2700

#### 7. Расчет параметров схемы замещения силового трехобмоточного трансформатора установленного на ГПП

Выбрать оптимальную схему замещения и определить ее параметры для расчета установившегося режима силового трехобмоточного трансформатора, установленного на ГПП. Исходные данные для расчета приведены ниже (Таблица ).

Таблица 5 – Исходные данные для практической работы «Расчет параметров схемы замещения силового трехобмоточного трансформатора установленного на ГПП»

Вариант	Тип трансформатора	$S_{ном}$ , МВА	Напряжение обмотки, кВ			Потери, кВт			$u_k$ , %			$I_{кс}$ , %	$P_{сн}$ , МВт	$Q_{сн}$ , МВар	$P_{нн}$ , МВт	$Q_{нн}$ , МВар	
			В	С	Н	$P_x$	$P_{к(B-C)}$	$P_{к(B-H)}$	$P_{к(C-H)}$	В-С	В-Н						С-Н
1	ТДТН-10000/35	10	36,75	10,5	6,3	19,0	–	75	–	8	16,5	7	1,00	3	1,2	3,0	1,2
2	ТДТН-16000/35	16	36,75	10,5	6,3	28,0	–	115	–	8	16,5	7	0,95	7	2,8	3,0	1,2
3	ТДТН-10000/110	10	115	38,5	11	17,0	–	76	–	10,5	17,5	6,5	1,00	4	2,0	2,0	1,0
4	ТДТН-16000/110	16	115	38,5	11	21,0	–	100	–	10,5	17,5	6,5	0,80	7	3,5	2,0	1,0
5	ТДТН-25000/110	25	115	38,5	6,6	28,5	–	140	–	10,5	17,5	6,5	0,70	10	5,0	2,0	5,0
6	ТДТН-40000/110	40	115	38,5	11	39,0	–	200	–	10,5	17,5	6,5	0,60	12	6,0	12	6,0
7	ТДТН-63000/110	63	115	38,5	6,6	53,0	–	290	–	10,5	18,0	7	0,55	13	6,5	23	11,5
8	ТДТН-80000/110	80	115	38,5	11	64,0	–	265	–	11	18,5	7	0,50	24	12	25	12,5
9	ТДТН-25000/220	25	230	38,5	6,6	45,0	–	130	–	15	20,0	6,5	0,90	5	3,0	8,0	4,8
10	ТДТН-40000/220	40	230	38,5	11	54,0	–	220	–	11	22,0	9,5	0,55	9	2,4	14	8,4

Выполнить расчет режима радиальной электрической сети, схема которой приведена ниже (Рисунок 1).

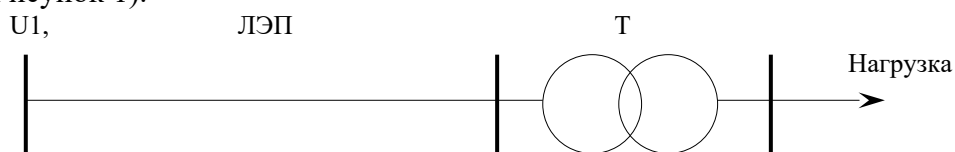


Рисунок 1. Радиальная электрическая сеть

Исходные данные для расчета приведены

№ варианта	Напряжение источника питания $U_1$ , кВ	Параметры электроприемника			Длина ЛЭП $l$ , км
		Активная мощность $P$ , МВт	Коэффициент мощности	Число часов использования максимума нагрузки $T_m$ , час	
1	37,3	5	0,80	2600	12
2	37,5	6	0,81	2600	14
3	38,0	7	0,82	3600	16
4	38,5	8	0,83	4200	18
5	37,5	8	0,84	4700	20



№ вариан- та	Напряжение источника пи-	Параметры электроприемника			Длина ЛЭП L, м
		8	0,85	5000	
7	38,5	9	0,86	5300	24
8	37,5	11	0,87	5700	26
9	38,0	12	0,88	6000	28
10	38,6	13	0,89	6500	30
11	37,3	6	0,80	2600	11
12	37,5	7	0,81	2600	13
13	38,0	9	0,82	3600	15
14	38,5	12	0,83	4200	17
15	37,5	14	0,84	4700	19
16	38,4	9	0,85	5000	21
17	38,5	5	0,86	5300	23
18	37,5	11	0,87	5700	25
19	38,0	15	0,88	6000	27
20	38,6	7	0,89	6500	29
21	37,3	8	0,80	2600	31
22	37,5	9	0,81	2600	33
23	38,0	6	0,82	3600	35
24	38,5	11	0,83	4200	37
25	37,5	16	0,84	4700	39
26	38,4	7	0,85	5000	32
27	38,5	6	0,86	5300	34
28	37,5	9	0,87	5700	36
29	38,0	10	0,88	6000	38
30	38,6	12	0,89	6500	40

Необходимо произвести: выбор и проверку сечения проводов воздушной линии электропередачи; выбор силового трансформатора на подстанции; составить схему замещения электрической сети и определить ее параметры; рассчитать потоки мощности по участкам схемы с учетом потерь мощности в элементах энергосистемы; рассчитать напряжения в узлах схемы.

#### **Регламент проведения текущего контроля в форме компьютерного тестирования.**

Компьютерное тестирование не предусмотрено.