

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**  
**Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г.**  
**Волжском**

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электроснабжение

Уровень образования: бакалавриат


Форма обучения: заочная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И ПОДСТАНЦИЙ**

<b>Блок</b>	<b>Блок 1. «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы</b>	<b>Формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>Индекс дисциплины по учебному плану</b>	<b>Б1.В.08</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах</b>	<b>4 курс – 6</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану</b>	<b>216</b>
<b>Лекции</b>	<b>4 курс – 4 часов</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>4 курс – 4 часов</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>Учебным планом не предусмотрены</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4 курс – 203,7 часов</b>
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
зачет с оценкой	4 курс – 0,3 часа
<b>Контроль:</b>	
зачет с оценкой	4 курс – 4 часа

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Доцент кафедры Энергетики, к.т.н.  
(должность, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

А.В. Стрижиченко  
(расшифровка подписи)

Заведующий кафедрой Энергетики  
(название кафедры)

  
(подпись)

Е.Г. Зенина  
(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы Электроснабжение

Доцент кафедры Энергетики, к.т.н.,  
доцент  
(должность, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

В.Н. Курьянов  
(расшифровка подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий кафедрой Энергетики  
(название кафедры)

  
(подпись)

Е.Г. Зенина  
(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью освоения дисциплины** является изучение электрической части электростанций и подстанций.

**Задачами дисциплины является:**

- изучение конструктивного исполнения, режимов работы, систем охлаждения, возбуждения, способов пуска синхронных генераторов;

- изучение конструктивного исполнения, систем охлаждения, условий параллельной работы силовых трансформаторов.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1. Способен управлять технологическим оборудованием, выбирать серийное и проектировать новое оборудование	ПК-1.2. Демонстрирует понимание технологических процессов, способов управления оборудованием и их взаимосвязь с задачами эксплуатации	<b>знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– типы электрических станций</li><li>– устройство, режимы работы, способы пуска синхронных машин</li><li>– виды подстанций и их особенности</li><li>– устройство, режимы работы силовых трансформаторов.</li></ul> <b>уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– определять условия работы генераторов с использованием диаграмм.</li><li>– анализировать графики нагрузки подстанций</li><li>– производить выбор и определять технико-экономические показатели силовых трансформаторов.</li></ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к части формируемой участниками образовательных отношений, блока дисциплин 1 по направлению подготовки Бакалавр 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (профили: Электроснабжение).

Дисциплина базируется на знании дисциплин: «Теоретический основы электротехники», «Электрические машины и электропривод»

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единицы, 216 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	курс	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы								Содержание самостоятельной работы (с указанием № источника по п. 5.1 и страниц в нем)	
				Контактная						СР	Конт- роль		
				Лек	Пр	Лаб	КПР	ИККП	ПА				
1	Типы электрических станций и их особенности	52	4	1	1	-	-	-	-	50	-	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [1] с 11-21.	
2	Виды подстанций и их особенности	52	4	1	1	-	-	-	-	50	-	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы: [1] с 229-252, [2] с 5-37, [3] с 145-204.	
3	Синхронные генераторы электростанций	52	4	1	1	-	-	-	-	50	-	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы: [1] с 30-66, [3] с 35-38,[5] с 17-31.	
4	Силовые трансформаторы и автотрансформаторы	55,7	4	1	1	-	-	-	-	53,7	-	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы: [2] с. 67-95, [3] с 41-54, [5] с 32-47.	
5	Зачет с оценкой	4,3	4	-	-	-	-	-	-	0,3	-	9	Экзамен проводится в письменной форме по билетамсогласно программе экзамена
	Итого:	216		4	4					0,3	203,7	9	

Примечание: Лек – лекции; Пр – практические занятия; Лаб – лабораторные работы; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ПА – промежуточная аттестация; СР – самостоятельная работа студента.

### 3.2 Краткое содержание разделов

#### 4 курс

##### 1. Типы электрических станций и их особенности

Тепловые электрические станции. Атомные электрические станции. Гидравлические электрические станции. Газотурбинные и парогазовые установки. Дизельные электростанции. Солнечные электростанции. Ветроэлектростанции

##### 2. Виды подстанций и их особенности

Тупиковые подстанции. Ответвительные подстанции. Проходные подстанции. Узловые подстанции.

##### 3. Синхронные генераторы электростанций

Турбо- и гидрогенераторы, конструктивное исполнение, системы охлаждения, системы возбуждения, способы пуска, режимы работы генераторов.

##### 4. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы

Основные характеристики, системы охлаждения, условия включения на параллельную работу, схемы и группы соединения обмоток трансформаторов.

### 3.3. Темы практических занятий

#### 4 семестр

1. Режим работы турбогенератора (1 час)
2. Построение графиков нагрузки подстанции (1 час)
3. Выбор количества и мощности трансформаторов на подстанции (1 час)
4. Параллельная работа трансформаторов на подстанции (1 час)

### 3.4. Темы лабораторных работ

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены

### 3.5 РГР

РГР учебным планом не предусмотрены.

### 3.6 Тематика курсовых проектов/ курсовых работ

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены.

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)					Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	
<b>Знать:</b>							
– типы электрических станций	ПК-1.2.	X					Тест 1, экзамен
–виды подстанций и их особенности	ПК-1.2.		X			X	Тест 2, защита лабораторных работ, экзамен
–устройство, режимы работы, способы пуска синхронных машин	ПК-1.2.			X			Тест 3, Отчет по практической работе 1, экзамен
– устройство, режимы работы силовых трансформаторов.	ПК-1.2.				X	X	Тест 4, контрольная работа 1, защита лабораторных работ, курсовая работа, экзамен
<b>Уметь:</b>							
– определять условия работы генераторов с использованием диаграмм.	ПК-1.2.			X			Отчет по практической работе 1, экзамен
– анализировать графики нагрузки подстанций	ПК-1.2.				X	X	Отчет по практической работе 2, курсовая работа, экзамен
–производить выбор и определять технико-экономические показатели силовых трансформаторов.	ПК-1.2.				X	X	контрольная работа 2, Отчет по практической работе 3,4, курсовая работа, экзамен

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости по дисциплине:**

**4 семестр**

– тестирование:

1. Типы электрических станций;
2. Виды и особенности подстанций
3. Синхронные генераторы электростанций;
4. Силовые трансформаторы;

– контрольные работы:

1. Схемы и группы соединения обмоток трансформаторов
2. Параллельная работа трансформаторов

Балльно-рейтинговая структура дисциплины приведена в приложении А.

Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

### **4.2. Промежуточная аттестация по дисциплине (части дисциплины):**

**4 семестр**

Экзамен.

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

В приложение к диплому выносится оценка за 4 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1. Печатные и электронные издания:**

1. Старшинов В.А., Электрическая часть электростанций и подстанций : учебное пособие / Старшинов В.А. - М. : Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01261-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012611.html> (дата обращения: 25.09.2020). - Режим доступа : по подписке.

2. Афонин, В.В. Электрические станции и подстанции : учебное пособие : в 2 ч. / В.В. Афонин, К.А. Набатов ; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2017. – Ч. 2. – 98 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book> ["https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=498984"&](https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=498984) [HYPERLINK "https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=498984" id=498984](https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=498984) (дата обращения: 30.11.2020). – Библиогр.: с. 89-90. – ISBN 978-5-8265-1724-6. – Текст : электронный.

3. Сибикин, Ю.Д. Электрические подстанции: учебное пособие для высшего и среднего профессионального образования : [12+] / Ю.Д. Сибикин. – Изд. 3-е, стер. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2020. – 415 с. : ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book> ["https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575048"&](https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575048) [HYPERLINK "https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575048" id=575048](https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575048) (дата обращения:





База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>

Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>

База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opedata> HYPERLINK

["http://www.fedsfm.ru/opedata"://](http://www.fedsfm.ru/opedata) HYPERLINK

["http://www.fedsfm.ru/opedata"www.fedsfm.ru](http://www.fedsfm.ru/opedata) HYPERLINK

["http://www.fedsfm.ru/opedata"/](http://www.fedsfm.ru/opedata) HYPERLINK ["http://www.fedsfm.ru/opedata"opedata](http://www.fedsfm.ru/opedata)

Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>

Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>

Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>

Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" <https://www.polpred.com>

Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>

Электронная библиотека МЭИ <https://ntb.mpei.ru/e-library/index.php>.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Лекции проводятся в учебных аудиториях, снабженных мультимедийными средствами для интерактивного обучения, оборудованных наглядными пособиями, оборудованием для показа обучающих материалов (телевизор), средствами звуковоспроизведения, доской аудиторной, оборудованием для представления презентаций (плазменная панель, персональный компьютер).

Лабораторные занятия проводятся в компьютерном классе на тренажере «Узловая подстанция 110/35/6 кВ» АО «ТЭСТ». Необходимое программное обеспечение: LibroOffice, S-Math.

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И ПОДСТАНЦИЙ

(название дисциплины)

### 4 курс

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

КМ-1	Тест №1 «Типы электрических станций»
КМ-2	Тест №2 «Виды и особенности подстанций»
КМ-3	Тест №3 «Синхронные генераторы электростанций»
КМ-4	Тест №4 «Силовые трансформаторы»
КМ-5	Контрольная работа №1 «Схемы и группы соединения обмоток трансформаторов»
КМ-6	Контрольная работа №2 «Параллельная работа трансформаторов»

**Вид промежуточной аттестации – зачет с оценкой**

Трудоемкость дисциплины = 6 з.е.(без учета КП/КР)

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ -1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	Зачет
1	Типы электрических станций и их особенности		+						
2	Виды подстанций и их особенности			+					
3	Синхронные генераторы эл. станций				+				
4	Силовые трансформаторы и автотрансформаторы					+	+	+	
Минимальный балл за КМ			10	10	10	10	10	10	20
Максимальный балл за КМ			15	15	15	15	20	20	30

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском**

---

**Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

**Программа бакалавриата: Электроснабжение**

**Уровень образования: бакалавриат**

**Форма обучения: заочная**

**Оценочные материалы по дисциплине**

**Б1.О.12 ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И  
ПОДСТАНЦИЙ**

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

**Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций:**

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Коды индикаторов достижения компетенции	Оценочное средство (тип и наименование)
<b>Знать:</b>		
типы электрических станций	ПК-1.2.	Тест 1, экзамен
виды подстанций и их особенности	ПК-1.2.	Тест 2, защита лабораторных работ, экзамен
устройство, режимы работы, способы пуска синхронных машин	ПК-1.2.	Тест 3, Отчет по практической работе 1, экзамен
устройство, режимы работы силовых трансформаторов.	ПК-1.2.	Тест 4, контрольная работа 1, защита лабораторных работ, курсовая работа, экзамен
<b>Уметь:</b>		
определять условия работы генераторов с использованием диаграмм.	ПК-1.2.	Отчет по практической работе 1, экзамен
анализировать графики нагрузки подстанций	ПК-1.2.	Отчет по практической работе 2, курсовая работа, экзамен
производить выбор и определять технико-экономические показатели силовых трансформаторов.	ПК-1.2.	контрольная работа 2, Отчет по практической работе 3,4, курсовая работа, экзамен

## Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### А) Для текущего контроля успеваемости:

– тестирование:

**Тест №1** «Типы электрических станций»

**Тест №2** «Виды и особенности подстанций»

**Тест №3** «Синхронные генераторы электростанций»

**Тест №4** «Силовые трансформаторы»

– контрольные работы:

**КР №1** «Схемы и группы соединения обмоток трансформаторов»

**КР №2** «Параллельная работа трансформаторов»

– отчеты лабораторных работ;

Отчет по **ЛБ 1.** Вывод в ремонт ВЛ 110 кВ №118И

Отчет по **ЛБ 2.** Ввод в работу ВЛ 110 кВ №118И

Отчет по **ЛБ 3.** Вывод в ремонт Т-1.

Отчет по **ЛБ 4.** Ввод в работу Т-1

Отчет по **ЛБ 5.** Вывод в ремонт 1 СШ 110 кВ

Отчет по **ЛБ 6.** Ввод в работу 1 СШ ОРУ-110 кВ

Отчет по **ЛБ 7.** Вывод в ремонт ВМ-110 кВ ВЛ-120И с включением линии через обходной выключатель

Отчет по **ЛБ 8.** Включение ВМ-110 кВ ВЛ-120И переводом с обходного на «свой» выключатель

Отчет по **ЛБ 9.** Вывод в ремонт 2 СШ 35 кВ

Отчет по **ЛБ 10.** Ввод в работу 2 СШ 35 кВ

Отчет по **ЛБ 11.** Вывод в ремонт 2 секции 6 кВ

Отчет по **ЛБ 12.** Ввод в работу 2 секции 6 кВ

### **Тест №1** «Типы электрических станций»

1. Допускается ли использовать обмотки НН автотрансформатора связи в качестве источника резервного питания?

- а) допускается
- б) не допускается

2. Можно ли использовать дизельную генераторную установку в качестве третьего независимого источника питания для электроснабжения потребителей особой группы по надежности электроснабжения?

- а) можно
- б) нельзя

3. Какое минимально допустимое количество независимых взаиморезервирующих источников питания предусматривается для питания собственных нужд ГЭС?

- а) 1
- б) 3
- в) 2

4. Что такое схема электрическая?

- а) документ, содержащий в виде условных изображений или обозначений составные части изделия, действующие при помощи электрической энергии, и их взаимосвязи;
- б) документ, содержащий в виде условных изображений или обозначений составные части энергетических установок и их взаимосвязи;
- в) документ, определяющий полный состав элементов и взаимосвязи между ними и, как правило, дает полное представление о принципах работы установки.

4. Какие потребители согласно ПУЭ относятся к потребителям первой категории?
- а) магазины, небольшие производственные помещения, офисные здания и т.д.;
  - б) электроприемники, перерыв в работе которых может привести к значительному снижению отпуска производимых потребителем товаров, имеющим место в связи с этим незанятостью персонала, простоем производственного оборудования или же может сказаться на нормальной жизнедеятельности большого количества граждан;
  - в) электроприемники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, угрозу для безопасности государства, значительный материальный ущерб, расстройство сложного технологического процесса, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства, объектов связи и телевидения.
5. Для обеспечения электроэнергией электроприемников первой категории по надежности электроснабжения должны использоваться
- а) два независимых источника питания
  - б) два независимых взаиморезервирующих источника питания
  - в) один источник питания
6. К какой категории надежности электроснабжения относятся электроприемники, перерыв в электроснабжении которых повлечет за собой опасность для жизни людей, массовый брак продукции, расстройство сложного технологического процесса, повреждению основного дорогостоящего оборудования?
- а) I
  - б) II
  - в) III
7. Глухозаземленной нейтралью называется:
- а) нейтраль трансформатора или генератора, присоединенная к заземляющему устройству непосредственно или через малое сопротивление;
  - б) нейтраль трансформатора или генератора, не присоединенная к заземляющему устройству или присоединенная к нему через приборы сигнализации, измерения, защиты и подобные им устройства;
  - в) трехфазная электрическая сеть выше 1 кВ, в которой коэффициент замыкания не землю не превышает 1,4;
  - г) защитный проводник, предназначенный для защитного заземления.
8. Трансформатор напряжения служит для:
- а) включения вольтметров и других приборов, реагирующих на значение напряжения;
  - б) включения амперметров и токовых катушек указанных приборов;
  - в) защиты трансформатора при внутренних повреждениях, связанных с выделением газа, а также при утечке масла из-за неплотности;
  - г) оперативных включений и отключений отдельных цепей или электрооборудования в энергосистеме, в нормальных или аварийных режимах.
9. Какого значения достигает суммарный КПД теплоэлектроцентрали?
- а) 35 %;
  - б) 45 %;
  - в) 55 %;
  - г) 70 %.

По результатам тестирования выставляется:

- 3 баллов, если правильно выполнено 100% задания.

- 2 балла, если правильно выполнено не менее 85% задания;
- 1 балл, если правильно выполнено не менее 70% задания.

## Тест №2 «Виды и особенности подстанций»

1. Что такое распределительное устройство?

а) это электроустановка, у которого силовые проводники и другое электрооборудование находятся на открытом воздухе без защиты от воздействия окружающей среды. Сборные шины ОРУ выполняют в виде жестких труб или гибких проводов. Жесткие трубы крепятся на стойках с помощью опорных изоляторов, а гибкие подвешиваются на порталы с помощью подвесных изоляторов.

б) распределительное устройство, собранное в заводских условиях из типовых унифицированных блоков, так называемых ячеек, высокой степени готовности.

в) это электроустановка, служащая для приема и распределения электрической энергии одного класса напряжения. Такие электроустановки содержат набор коммутационных аппаратов, сборные и соединительные шины, вспомогательные устройства релейной защиты и автоматики, средства учета и измерения.

2. Какими требованиями должно обладать распределительное устройство?

а) Надежность, экономичность, удобство эксплуатации, техническая гибкость, компактность;

б) Простота конструкции, долговечность;

в) Надежность, безопасность, техническая гибкость, компактность, долговечность.

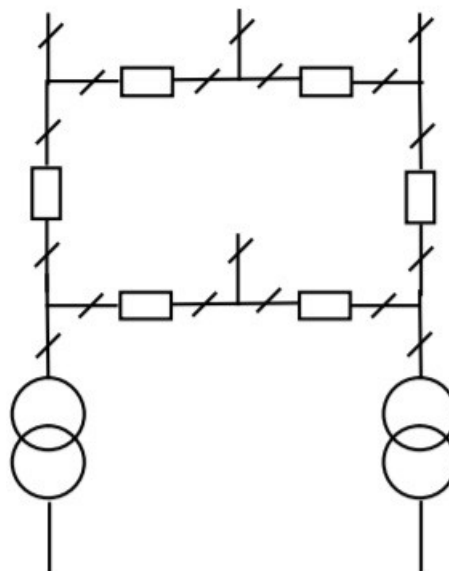
3. В РУ какого класса напряжения применяется схема «четырёхугольник»?

а) 110-220 кВ;

б) 330-750 кВ;

в) 110-750 кВ.

4. Какая схема изображена на рисунке?



а) Шестиугольник

б) Четырёхугольник

в) Треугольник

5. Как расшифровывается аббревиатура КРУЭ?

а) Комплектное распределительное устройство с элегазовой изоляцией

- б) Камера регулировочная управляемая электрическая
- в) Комплектное распределительное устройство электрическое

6. Какая схема применяется для СН на ПГУ и ГТУ?

- а) две с обходной системы сборных шин
- б) две системы сборных шин
- в) одна система сборных шин

7. По какой схеме выполнятся электроснабжение общестанционных секций напряжением СН ПГУ и ГТУ?

- а) по схеме взаимного резервирования
- б) по схеме взаимного регулирования
- в) по схеме взаимного удаления

По результатам тестирования выставляется:

- 3 баллов, если правильно выполнено 100% задания.
- 2 балла, если правильно выполнено не менее 85% задания;
- 1 балл, если правильно выполнено не менее 70% задания.

### Тест №3 «Синхронные генераторы электростанций»

1. Какую систему охлаждения имеет генератор ТВМ?

- а) Статор имеет косвенное масляное, а ротор - непосредственное водяное охлаждение.
- б) Статор имеет непосредственное масляное, а ротор - непосредственное водяное охлаждение.
- в) Статор имеет косвенное масляное, а ротор - непосредственное водородное охлаждение.
- г) Статор имеет непосредственное масляное, а ротор - косвенное водородное охлаждение.

2. Какую систему охлаждения имеет генератор ТВФ?

- а) Ротор и статор имеют косвенное водородное охлаждение.
- б) Ротор и статор имеют непосредственное водородное охлаждение.
- в) Статор имеет косвенное, а ротор - непосредственное водородное охлаждение.
- г) Статор имеет непосредственное, а ротор - косвенное водородное охлаждение.

3. Под форсировочной способностью по току понимают:

- а) Отношение текущего тока в цепи статора к номинальному
- б) Отношение предельного значения тока в обмотке возбуждения в режиме форсировки к номинальному току возбуждения
- в) Отношение текущего тока в цепи статора к номинальному току возбуждения
- г) Отношение номинального тока возбуждения к номинальному току в цепи статора

4. Демпферная обмотка синхронного генератора предназначена

- а) Для ограничения токов короткого замыкания
- б) Для ослабления влияния несимметричной нагрузки
- в) Для снижения амплитуды колебаний ротора, возникающих в некоторых случаях при параллельной работе.

5. Ротор гидрогенератора вращается со скоростью 68,2 об/мин. Сколько полюсов находится на обode ротора?

- а) 22



- б) 44
- в) 55
- г) 88

6. При потере возбуждения синхронный генератор переходит в режим:

- а) перегрузки
- б) асинхронного хода
- в) короткого замыкания
- г) синхронного компенсатора

7. Какую систему охлаждения имеет генератор ТГВ?

- а) Непосредственное водородное охлаждение обмоток статора и ротора
- б) Непосредственное водяное охлаждение обмоток статора и ротора
- в) Косвенное водородное охлаждение обмоток статора и ротора
- г) Косвенное водяное охлаждение обмоток статора и ротора

8. Что является индуктором в синхронном генераторе переменного тока?

- а) неподвижная часть – статор, в котором индуцируется ЭДС.
- б) Вращающаяся часть – ротор, который предназначен для создания магнитного поля.
- в) Обмотка возбуждения.
- г) Источник постоянного тока.

9. Ротор турбогенератора вращается синхронно с ...

- а) магнитным полем.
- б) электрическим полем.
- в) вихревым полем.
- г) звуковым полем.

10. При каком охлаждении процесс передачи выделяемого тепла происходит при непосредственном соприкосновении охлаждающегося вещества с проводниками обмоток генератора?

- а) Непосредственным (газом или жидкостью).
- б) Косвенном охлаждении (воздухом или водородом).
- в) Непосредственным (воздухом или водородом).
- г) Косвенном охлаждении (газом или жидкостью).

11. Что изменится в автономном режиме работы синхронного генератора, если изменить скорость вращения ротора?

- а) Частота вращения магнитного поля ротора.
- б) Частота вращения магнитного поля обмотки статора.
- в) Синхронность вращения магнитного поля якоря.
- г) Синхронность вращения магнитного поля ротора.

12. Быстродействие системы возбуждения характеризуется кратностью форсировки и скоростью нарастания возбуждения при форсировке, которые определяются:

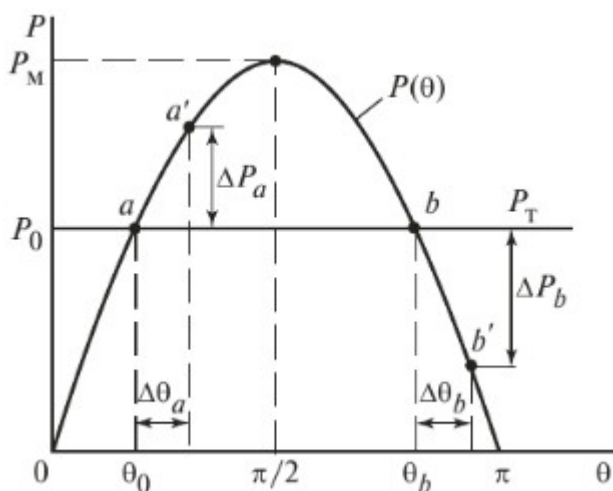
а)  $k_{\Phi} = \frac{U_{fmax}}{U_{fmin}}$ ,  $v_{\Phi} = 0,632(U_{fmax} - U_{fmin}) / (U_{fном} T_{н})$

б)  $v_{\Phi} = \frac{U_{fmax}}{U_{fmin}}$ ,  $k_{\Phi} = 0,632(U_{fmax} - U_{fmin}) / (U_{fном} T_{н})$ .

в)  $k_{\Phi} = \frac{U_{fmax}}{U_{fном}}$ ,  $v_{\Phi} = 0,632(U_{fmax} - U_{fном}) / (U_{fном} T_{н})$ .

$$\text{г) } v_{\phi} = \frac{U_{f\max}}{U_{f\text{ном}}}, k_{\phi} = 0,632(U_{f\max} - U_{f\text{ном}})/(U_{f\text{ном}}T_{\text{н}}).$$

13. На графике представлена угловая характеристика генератора. Какими режимами характеризуются точки  $a, a', b, b'$ ?



- а)  $a$  – неустойчивый режим,  $a'$  – устойчивый режим,  $b$  – неустойчивый режим,  $b'$  – устойчивый режим
- б)  $a$  – устойчивый режим,  $a'$  – неустойчивый режим,  $b$  – устойчивый режим,  $b'$  – неустойчивый режим
- в)  $a, a'$  – устойчивый режим,  $b, b'$  – неустойчивый режим
- г)  $a, a'$  – неустойчивый режим,  $b, b'$  – устойчивый режим

14. В каком из случаев синхронный генератор перейдет в асинхронный режим?

- а) При наличии возбуждения.
- б) При увеличении выше некоторого критического значения, достаточного для создания синхронного момента.
- в) При потере возбуждения или уменьшении ниже некоторого критического значения, достаточного для создания синхронного момента.
- г) Во всех выше перечисленных случаях.

По результатам тестирования выставляется:

- 3 баллов, если правильно выполнено 100% задания.
- 2 балла, если правильно выполнено не менее 85% задания;
- 1 балл, если правильно выполнено не менее 70% задания.

#### Тест №4 «Силовые трансформаторы»

1. Расшифруйте марку трансформатора ТРДНС:

- а) трехфазный двухобмоточный трансформатор с расщепленной обмоткой НН, с принудительной циркуляцией воздуха в системе охлаждения, с РПН, для собственных нужд электростанций;
- б) трехфазный двухобмоточный трансформатор, с принудительной циркуляцией воздуха в системе охлаждения, с РПН, для собственных нужд электростанций, номинальная мощность;
- в) трехфазный двухобмоточный трансформатор с принудительной циркуляцией

масла и воды в системе охлаждения;

г) трехфазный двухобмоточный трансформатор, с расщепленной обмоткой НН, с принудительной циркуляцией масла и воды в системе охлаждения.

2. Система охлаждения трансформатора с естественной циркуляцией масла и принудительной циркуляцией воздуха обозначается:

- а) М
- б) Д
- в) ДЦ
- г) Ц

3. Что характеризует группа соединения обмоток силовых трансформаторов?

- а) Схему соединения обмоток трансформатора
- б) Угол между векторами фазных напряжений обмоток.
- в) Угол между векторами линейных ЭДС обмоток
- г) Потери мощности в трансформаторе

4. Силовые трансформаторы предназначены для

- а) преобразования электроэнергии переменного тока одного напряжения в другое
- б) передачи электроэнергии переменного тока одного напряжения
- в) преобразования напряжения переменного тока одной величины в другую

5. Система охлаждения трансформатора с принудительной циркуляцией масла и принудительной циркуляцией воздуха обозначается:

- а) М
- б) Д
- в) ДЦ
- г) Ц

6. В каком режиме работает трансформатор тока?

- а) В режиме, близком к холостому ходу.
- б) В режиме, близком короткому замыканию.
- в) В повторно-кратковременном режиме

7. Какие из перечисленных устройств можно применить для повышения напряжения в узле нагрузки?

- а) Батарея статических конденсаторов
- б) Синхронный компенсатор в режиме перевозбуждения
- в) Синхронный компенсатор в режиме недовозбуждения
- г) Реактор
- д) Устройство РПН понижающих трансформаторов

8. Как расшифровывается марка трансформатора АТДЦТН?

а) Трехобмоточный Трехфазный автотрансформатор масляный с естественной циркуляцией масла и принудительной циркуляцией воздуха и с регулированием напряжения под нагрузкой;

б) Трехфазный автотрансформатор с принудительной циркуляцией масла и воздуха с регулированием напряжения под нагрузкой;

в) Трехобмоточный Трехфазный автотрансформатор с принудительной циркуляцией масла и воздуха с регулированием напряжения под нагрузкой.

9. Дайте расшифровку маркировки трансформатора ТСЗ-100/10-УЗ:

1) Трансформатор трёхфазный масляный с естественным воздушным охлаждением при защищенном исполнении, для собственных нужд электростанции, двухобмоточный, мощность 100 кВА, класс напряжения 10 кВ, исполнение У, категория 3;

2) Трансформатор однофазный сухой с естественным воздушным охлаждением при защищенном исполнении, двухобмоточный, мощность 100 кВА, класс напряжения 10 кВ, исполнение У, категория 3;

3) Трансформатор трёхфазный сухой с естественным воздушным охлаждением при защищенном исполнении, двухобмоточный, мощность 100 кВА, класс напряжения 10 кВ, исполнение У, категория 3;

4) Автотрансформатор трёхфазный сухой с естественным воздушным охлаждением при защищенном исполнении, двухобмоточный, мощность 100 кВА, класс напряжения 10 кВ, исполнение У, категория 3.

10. Действующее значение ЭДС  $E$  первичной обмотки определяется по формуле

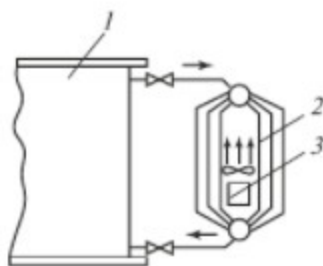
1)  $E_2 = 4,44 f w_2 \Phi_m$ ;

2)  $E_1 = 4,44 f w_1 \Phi_m$ ;

3)  $E_1 = 4,44 f w_2 \Phi_m$ ;

4)  $E_2 = 4,44 f w_1 \Phi_m$ .

11. Какая схема системы охлаждения показана на данном рисунке:



- 1) Естественного масляного охлаждения;
- 2) Масляного охлаждения с дутьем и принудительной циркуляцией воздуха;
- 3) Масляного охлаждения с дутьем и естественной циркуляцией масла;
- 4) Масляно-водяное охлаждение с принудительной циркуляцией масла.

12. Отличие автотрансформатора от

трансформатора заключается в том, что...

1) две его обмотки электрически соединены между собой, что обуславливает передачу мощности от одной обмотки к другой не только электромагнитным, но и электрическим путем;

2) автотрансформаторы стоят дороже;

3) автотрансформатор имеет меньший уровень КПД;

4) габариты автотрансформатора больше.

13. Дайте расшифровку маркировки автотрансформатора АТДЦТН – 200000/330/110:

1) Автотрансформатор трехфазный масляный с охлаждением при принудительной циркуляции воздуха и масла с ненаправленным потоком масла, трехобмоточный, с регулированием напряжения под нагрузкой, мощность 200000 кВА, класс напряжения обмоток: ВН – 330 кВ, СН – 110 кВ;

2) Автотрансформатор однофазный масляный с воздушным охлаждением, с ненаправленным потоком масла, трехобмоточный, с регулированием напряжения под нагрузкой, мощность 200000 кВА, класс напряжения обмоток: ВН – 330 кВ, СН – 110 кВ;

3) Автотрансформатор трехфазный масляный с естественной циркуляцией воздуха, трехобмоточный, с регулированием напряжения под нагрузкой, мощность 200000 кВА, класс напряжения обмоток: ВН – 330 кВ, СН – 110 кВ;

4) Автотрансформатор трехфазный масляный с охлаждением при принудительной циркуляцией воздуха и масла с направленным потоком масла, двухобмоточный, с регулированием напряжения под нагрузкой, мощность 200000 кВА, класс напряжения обмоток: ВН – 330 кВ, НН – 110 кВ.

14. Сердечник трансформатора собирают, из листов электротехнической стали, изолированных друг от друга для того, чтобы...

- а) увеличить надежность работы трансформатора;
- б) уменьшить потери на вихревые токи;
- в) повысить потери на вихревые токи;
- г) нет правильного варианта ответа.

15. Основным элементом трансформатора, обеспечивающим преобразование электрической энергии путем изменения значений токов и напряжений, является ...

- 1) Ядро;
- 2) Обмотка;
- 3) Магнитопровод;
- 4) Стержень.

По результатам тестирования выставляется:

- 3 баллов, если правильно выполнено 100% задания.
- 2 балла, если правильно выполнено не менее 85% задания;
- 1 балл, если правильно выполнено не менее 70% задания.

### **Контрольная работа №1.**

Тема: Схемы и группы соединений обмоток силовых трансформаторов

Требуется изобразить векторную диаграмму, соответствующую заданной преподавателем группе соединения обмоток трансформатора.

По результатам контрольной работы выставляется:

- 6 баллов, если правильно выполнено 100% задания.
- 5 баллов, если правильно выполнено не менее 85% задания;
- 4 балл, если правильно выполнено не менее 70% задания.

### **Контрольная работа №2. «Параллельная работа трансформаторов»**

Тема: Параллельная работа трансформаторов

Вариант №1. Параллельно включены два трансформатора Т одинаковой мощности, с одинаковыми коэффициентами трансформации и  $u_k\%$ , но с различными группами соединения:

один с соединением Y/Y-0, а другой – Y/Δ-11.

Найти циркулирующий между ними уравнивающий ток на стороне НН.

Вариант №2. Параллельно включены два трансформатора Т1 и Т2 разной мощности, с одинаковыми коэффициентами трансформации,  $u_k\%$ , но с различными группами соединения:

один с соединением Y/Y-6, а другой – Y/Δ-11.

Найти циркулирующий между ними уравнивающий ток на стороне НН.

Вариант №3. Параллельно включены два трансформатора Т1 и Т2 разной мощности, с одинаковыми коэффициентами трансформации, но с различными  $u_k\%$ ,  $u_k\%$  и группами соединения:

один с соединением Y/Y-0, а другой – Y/Δ-11.

Найти циркулирующий между ними уравнивающий ток на стороне НН.

По результатам контрольной работы выставляется:

- 6 баллов, если правильно выполнено 100 % задания.
- 5 баллов, если правильно выполнено не менее 85 % задания;
- 4 балл, если правильно выполнено не менее 70 % задания.

## **Отчеты лабораторных работ**

Лабораторные работы выполняются с применением компьютерного тренажёрно-аналитического комплекса «Узловая подстанция 110/35/6 кВ районной электрической сети» АО «ТЭСТ».

Два трехобмоточных трансформатора связи объединяют три распределительных устройства 110 кВ, 35 кВ и 6 кВ в единую электрическую схему. Схема ОРУ-110 кВ, где семнадцать ячеек, из которых двенадцать линейных, две трансформаторных, одна обходного выключателя, одна шинносоединительного и одна резервная, представляет собой две системы сборных шин с обходной системой. Первая и вторая системы шин могут объединяться между собой посредством включения шинносоединительного выключателя. Обходной выключатель совместно с обходной системой шин позволяет вывести выключатель любого присоединения в ремонт без перерыва питания путем замещения его на обходной. Предусмотрена схема АВР, собранная на шинносоединительный выключатель, включающая его автоматически при исчезновении напряжения на одной из систем сборных шин. Распределительное устройство 35 кВ состоит из двух секций, от которых питаются четыре воздушных линии 35 кВ. Аналогичным образом выглядит схема распределительного устройства 6 кВ, которое питает фидеры потребителей.

Тренажер снабжен набором заданий и тренировок, после выполнения которых выставляется оценка.

Отчеты лабораторных работ выполняются в форме прохождения контрольной тренировки с применением компьютерного тренажёрно-аналитического комплекса «Узловая подстанция 110/35/6 кВ районной электрической сети» АО «ТЭСТ».

Отчет по ЛБ № 1. Вывод в ремонт ВЛ 110 кВ №118И

Отчет по ЛБ №2. Ввод в работу ВЛ 110 кВ №118И

Отчет по ЛБ №3. Вывод в ремонт Т-1

Отчет по ЛБ №4. Ввод в работу Т-1

Отчет по ЛБ №5. Вывод в ремонт 1 СШ 110 кВ

Отчет по ЛБ №6. Ввод в работу 1 СШ ОРУ-110 кВ

Отчет по ЛБ №7. Вывод в ремонт ВМ-110 кВ ВЛ-120И с включением линии через обходной выключатель

Отчет по ЛБ №8. Включение ВМ-110 кВ ВЛ-120И переводом с обходного на «свой» выключатель

Отчет по ЛБ №9. Вывод в ремонт 2 СШ 35 кВ

Отчет по ЛБ №10. Ввод в работу 2 СШ 35 кВ

Отчет по ЛБ №11. Вывод в ремонт 2 секции 6 кВ

Отчет по ЛБ №12. Ввод в работу 2 секции 6 кВ

По результатам контрольной работы выставляется:

- 3 балла, если правильно выполнено 100 % задания.
- 2 балла, если правильно выполнено не менее 85 % задания;
- 1 балл, если правильно выполнено не менее 70 % задания.

## **Б) Для промежуточной аттестации:**

### **Экзамен**

Проводится в письменной форме по билетам в виде подготовки и изложения развернутого ответа. Время на подготовку ответа – 60 минут.

Экзаменационные вопросы:

1. Виды электрических схем и их назначение
2. Конденсационные электростанции: принципиальная схема, особенности
3. Теплофикационные электростанции: принципиальная схема, особенности
4. Гидроэлектростанции: особенности, особенности
5. Газотурбинные установки: принципиальная схема, особенности
6. Парогазовые установки: принципиальная схема, особенности
7. Атомные электростанции: принципиальная схема, особенности

8. Категории по надежности электроснабжения потребителей
9. Режимы работы нейтралей в электроустановках
10. Режимы заземления нейтрали в сетях до 1000 В. Система TN-C
11. Режимы заземления нейтрали в сетях до 1000 В. Система TN-S
12. Режимы заземления нейтрали в сетях до 1000 В. Система TN-C-S
13. Режимы заземления нейтрали в сетях до 1000 В. Система TT
14. Режимы заземления нейтрали в сетях до 1000 В. Система IT
15. Конструкция статора турбогенератора
16. Конструкция ротора турбогенератора
17. Конструкция ротора гидрогенератора
18. Косвенные системы охлаждения синхронных генераторов
19. Непосредственные системы охлаждения синхронных генераторов
20. Принципиальная схема независимого электромашинного возбуждения синхронного генератора
21. Принципиальная схема полупроводниковой системы самовозбуждения синхронного генератора
22. Принципиальная схема независимой тиристорной системы возбуждения синхронного генератора
23. Автоматическое гашение поля синхронного генератора
24. Диаграмма мощности синхронного турбогенератора
25. Номинальные параметры и маркировка силовых трансформаторов
26. Автотрансформаторы
27. Системы охлаждения силовых трансформаторов
28. Нагрузочная способность силовых трансформаторов. Тепловое старение изоляции силового трансформатора
29. Схемы и группы соединения обмоток силовых трансформаторов
30. Регулирование напряжения на силовых трансформаторах

Критерии выставления оценки на устном экзамене:

Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание из экзаменационного билета, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию экзаменатора решил другую задачу из того же раздела дисциплины.

Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который:

- а) не ответил на вопросы экзаменационного билета и не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из билета;
- б) не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из экзаменационного билета и другой задачи на тот же раздел дисциплины, выданной взамен нее;
- в) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание большого раздела экзаменационной программы.