

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Тольяттинский государственный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
«Электроснабжение и электротехника»

 В.В. Вахнина

«16»  20 08 г.

СД.Ф.2

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Электропитающие системы и электрические сети  
для студентов специальности 140211.65 «Электроснабжение»  
Форма обучения заочная

Тольятти, 2008

**Программу составил:**

к.т.н., доцент кафедры  
«Электроснабжение и электротехника»



Ю.В. Степкина

Рабочая программа составлена на основании ГОС ВПО и учебного плана специальности  
**140211.65 Электроснабжение**

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры  
«Электроснабжение и электротехника»

(протокол заседания № 2 от «16» октября 2018 г.)

Срок действия рабочей программы дисциплины до «16» октября 2019 г.

**Информация об актуализации рабочей программы дисциплины:**

Протокол заседания кафедры № 2 от «16» сентября 2011 г.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой «Электроснабжение и электротехника»

«16» 10 2018 г.



В.В. Вахнина

## **1. ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ И СВЕДЕНИЯ О СОДЕРЖАНИИ ДИСЦИПЛИНЫ**

Курс «Электропитающие системы и электрические сети» имеет своей целью ознакомить студентов с элементами электрической станций и подстанций, обеспечивающим производство и передачу электрической энергии потребителям.

Среди многочисленных отраслей народного хозяйства энергетика наряду с машиностроением занимает ведущее положение. Уровень развития энергетики и электрофикации отражает достигнутый технико-экономический потенциал любой страны.

Энергетика обеспечивает электроэнергией и теплом промышленные предприятия, сельское хозяйство, транспорт, коммунально-бытовые нужды городов, рабочих и сельских поселков. Процесс выработки, передачи и потребления электроэнергии неразрывен и поэтому специалист в области электроснабжения должен понимать задачи, изучить структуру и оборудование энергетических систем, основу которых составляют электропитающие системы и электрические сети.

Задачей курса «Электропитающие системы и электрические сети» является ознакомление студентов с основными элементами и конструкциями распределительных устройств; их электрическими схемами; выбором электрических аппаратов и токоведущих частей распределительных устройств; собственными нуждами электрических станций и подстанций; заземляющими устройствами; условиями безопасности, системами управления и измерений.

К изучению курса следует приступать после успешного усвоения таких дисциплин, как «Теоретические основы электротехники», «Электроэнергетика», «Переходные процессы в электроэнергетических системах».

При изучении дисциплины необходимо использовать новейшее оборудование, обращать внимание студентов на необходимость соблюдения

требований стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и других действующих нормативов и ГОСТов.

В результате изучения материала студент должен знать:

- основные элементы и конструкции распределительных устройств;
- методику выбора электрических аппаратов и токоведущих частей распределительных устройств в сетях выше 1000 В;
- выбирать рациональные схемы питания потребителей электрической энергии.

В результате изучения материала студент должен уметь:

- производить выбор электрической схемы распределительных устройств станций и подстанций;
- осуществлять эксплуатацию электрооборудования;
- вести техническую документацию в соответствии с Правилами технической эксплуатации, должностными обязанностями и инструкциями;
- осуществлять мероприятия и строго соблюдать Правила техники безопасности и охраны труда.

Кроме лекционного материала, в курсе предусмотрены лабораторные работы и курсовой проект, необходимые для закрепления полученных знаний при решении реальных практических задач. Текущий контроль самостоятельной работы студентов осуществляется проведением контрольных опросов студентов и промежуточными тестированиями. Изучение курса завершается защитой курсового проекта, зачетом и экзаменом. На экзамен выносятся материал, изложенный в программе.

Курс «Электропитающие системы и электрические сети» для студентов заочной формы обучения изучается в 8 и 9 семестрах. Курс состоит из лекций в объеме 18 часов, лабораторных работ в объеме 6 часов, практических занятий в объеме 6 часов и самостоятельной работы - 170 часов.

Общее время, отводимое на изучение курса, составляет 200 часов.

Рабочая программа составлена на основе государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки дипломированных специалистов 140200 «Электроэнергетика» специальности 140211.65 «Электроснабжение» (специализация «Электроснабжение промышленных предприятий»).

## 2. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

(заочная форма обучения)

№ семестра	Количество часов по плану					Форма итоговой аттестации
	Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	
8	120	18	-	-	102	Экзамен
9	80	-	6	6	68	Зачет Защита КП
<b>Всего</b>	<b>200</b>	<b>18</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>170</b>	

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (заочная форма обучения) ВОСЬМОЙ, ДЕВЯТЫЙ СЕМЕСТРЫ

Наименование разделов и тем, краткое содержание тем	Часов по плану				Источники учебной информации	Технические и программные средства обучения
	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	7	8
<b>Введение</b> Предмет и задачи курса. История и перспективы развития энергетики.	0,5	-	-	5	[1,2,15]	Видеопроектор Ноутбук экран
<b>Раздел 1 Электрические станции и электроэнергетические системы</b> Требования к качеству энергии и надежность электроснабжения. Режим потребления электрической энергии. Типы электростанций и их характеристики. Режимы энергосистемы и участие в них электростанций.	0,5	-	-	5	[1,2,15]	Видеопроектор Ноутбук экран
<b>Раздел 2 Электрическое оборудование и аппараты электростанций и подстанций</b> 2.1. Основные понятия, условные обозначения на схемах и назначение оборудования, аппаратов, устройств электростанций и подстанций. 2.2. Неизолированные проводники, изоляторы. Неизолированные жесткие проводники. Поверхностный эффект. Распространенные формы поперечного сечения шин. Незолированные гибкие проводники. Изоляторы.	10 0,5 0,5	3 - 0,5	3 - -	40 1 1	56 [1,3,4,5,15] [3,12,13,14,15,19]	Видеопроектор Ноутбук экран Комплект типового лабораторного оборудования.

<p>Общие вопросы теории нагрева. Тепловой расчет изолированных проводников, аппаратов, кабелей в продолжительном режиме.</p>	0,5	0,5	0,5	2	3,5	[10,12,13,14,15,19]	Видеопроектор Ноутбук экран Комплект типового лабораторного оборудования.
<p>2.3. Нагревание проводников и аппаратов. Общие вопросы теории нагрева. Тепловой расчет изолированных проводников, аппаратов, кабелей в продолжительном режиме.</p>	0,5	-	-	3	4	[7,12,13,14,15]	
<p>2.4. Термическая стойкость проводников и аппаратов. Особенности процесса нагрева проводников при коротком замыкании. Термическая стойкость изолированных проводников, кабелей, аппаратов. Определение интеграла Джоуля от периодической и апериодической составляющих тока короткого замыкания. Примеры выбора проводников по термической стойкости.</p>	0,5	-	-	3	4	[12,13,14,15]	
<p>2.5. Электродинамическая стойкость токопроводов и аппаратов. Электродинамические силы при коротком замыкании. Расчет токопроводов и аппаратов на электродинамическую стойкость при статической или динамической нагрузке. Примеры выбора токопроводов по электродинамической стойкости.</p>	0,5	-	-	1	1,5	[2,17]	
<p>2.6. Электрические контакты. Основные понятия и классификация контактов. Сопrotivление контактов. Нагревание контактов. Конструкции контактов.</p>	0,5	-	-	1	1,5	[12,13,14,15]	
<p>2.7. Электрическая дуга в выключателях и методы ее гашения. Описание процесса отключения электрической цепи переменного тока при коротком замыкании</p>	0,5	-	-	1	1,5	[12,13,14,15]	



<p>2.8. Высоковольтные выключатели. Назначение и требования, предъявляемые к выключателям. Конструкции и типы выключателей переменного тока: масляные, воздушные, элегазовые, вакуумные, электромагнитные. Выбор выключателей. Примеры выбора выключателей.</p> <p>2.9. Разъединители, выключатели нагрузки, высоковольтные предохранители. Назначение, конструкции, выбор разъединителей, отделителей, короткозамыкателей, выключателей нагрузки, плавких предохранителей.</p> <p>2.10. Коммутационные аппараты до 1 кВ. Назначение и конструкции автоматических выключателей, контакторов, пускателей, неавтоматических выключателей, плавких предохранителей.</p> <p>2.11. Измерительные трансформаторы напряжения. Назначение, классы точности, погрешности, схемы включения, конструкции и выбор измерительных трансформаторов напряжения.</p> <p>2.12. Измерительные трансформаторы тока. Назначение, классы точности, погрешности, конструкции и выбор измерительных трансформаторов тока.</p> <p>2.13. Силовые трансформаторы. Основные типы трансформаторов. Регулирование напряжения с помощью трансформаторов. Системы охлаждения. Тепловой режим трансформаторов. Номинальная мощность и нагрузочная способность трансформаторов.</p> <p>2.14. Токоограничивающие реакторы. Назначение, конструкции, режимы работы, выбор реакторов.</p>	1	1	0,5	5	7,5	[1-18]	Видеопроектор Ноутбук экран Комплект типового лабораторного оборудования.
	1	1	0,5	5	7,5	[1-18]	
	0,5	-	-	1	1,5	[15,18]	
	1	-	0,5	5	6,5	[1-18]	
	1	-	-	5	6	[1-18]	
	1,5	-	-	5	6,5	[1-18]	
	0,5	-	-	2	2,5		

<b>Раздел 3 Электрические схемы</b>									
<b>распределительных устройств</b>									
3.1. Основные схемы распределительных устройств. Требования, предъявляемые к схемам электроустановок. Основы проектирования схем электростанций и подстанций. Основные схемы распределительных устройств: схемы с одной и двумя системами сборных шин, схемы кольцевого типа, упрощенные схемы.	6	2	2	2	40	50	[1,2,3,5,6,8,10,13,14,18]		
3.2. Схемы распределительных устройств электростанций и подстанций. Схемы тепловых (КЭС, ТЭЦ), атомных электростанций, гидроэлектростанций и гидроаккумулирующих станций, трансформаторных подстанций.	2	-	-	-	10	14	[1,2,3,5,6,8,10,13,14,18]		Видеопроектор Ноутбук экран Комплект типового лабораторного оборудования.
3.3. Конструкции распределительных устройств. Классификация, основные требования, конструкции распределительных устройств внутренней и наружной установки: ЗРУ, ОРУ, КРУ, КРУН, КТП. Размещение распределительных устройств на территории электростанций и подстанций.	2	2	-	-	20	24			
<b>Раздел 4 Системы собственных нужд электростанций и подстанций</b>									
4.1. Основные требования, электрооборудование и электрические схемы систем собственных нужд электростанций и подстанций.	0,5	0,5	0,5	0,5	40	41,5	[3,5,14,16,18]		Видеопроектор Ноутбук экран Комплект типового лабораторного оборудования.
4.2. Назначение оперативного тока. Источники постоянного оперативного тока. Выбор аккумуляторных батарей. Распределение постоянного оперативного тока. Источники переменного оперативного тока.	0,25	0,25	0,25	0,25	20	20,75			
	0,25	0,25	0,25	0,25	20	20,75			

<b>Раздел 5</b> <b>Системы управления и измерений. Заземление на электростанциях и подстанциях</b>		0,5	0,5	0,5	40	41,5	[5,9,10,15,16,18]	Видеопроектор Ноутбук экран Комплект типового лабораторного оборудования		
5.1. Организация управления. Схемы дистанционного управления. Сигнализация и измерительные приборы в системе управления электростанций и подстанций.	0,25	0,25	0,25	20	20,75					
5.2. Виды заземлений. Назначение и конструкции заземляющих устройств.	0,25	0,25	0,25	20	20,75					
<b>Всего часов за 8, 9 семестры</b>		<b>18</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>170</b>	<b>200</b>				

#### **4. ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

Цель лабораторных работ – экспериментальное исследование и изучение основных элементов и конструкций распределительных устройств.

В объем каждой лабораторной работы входит:

- 1.Выполнение отчета каждым студентом.
- 2.Изучение лабораторного стенда.
- 3.Выполнение лабораторной работы.
- 4.Обработка полученных данных, оформление отчета.
- 5.Защита работы.

(заочная форма обучения) **6 часов**

Студенты должны выполнить следующие лабораторные работы:

- 1.Изучение конструкций разъединителей, отделителей, короткозамыкателей и регулировка высоковольтного разъединителя - 1 час.
- 2.Изучение конструкций и профилактические испытания высоковольтного выключателя - 1 час.
- 3.Исследование работы привода -1 час.
- 4.Исследование неизолированных шин - 1 час.
5. Конструкция открытых распределительных устройств - 1 час.
6. Схемы измерений на электростанциях и подстанциях - 1 час.

## **5. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ**

Цель практических занятий – систематизация, закрепление и расширение теоретических знаний по изучаемой дисциплине; развитие навыков самостоятельной работы, освоение методики расчета и выбора электрических аппаратов и проектируемой схемы электроснабжения подстанции.

(заочная форма обучения) **6 часов**

**Тема курсового проекта:**

**«Проектирование понизительной части электрической подстанции»**

1. Расчет нагрузок подстанции - 1 час.
2. Выбор типа, числа и мощности трансформаторов - 1 час .
3. Выбор главной схемы подстанций – 0,5 часа .
4. Расчет токов короткого замыкания выше 1000 В - 1 час.
5. Выбор электрических аппаратов и проводников - 1 час.
6. Выбор основных конструктивных решений по подстанции – 0,5 ч.
7. Выбор релейной защиты (выполняется в виде курсовой работы по дисциплине РЗАиТ), системы измерений и оперативного тока, трансформаторов собственных нужд подстанций – 0,5 часа.
8. Выбор заземления и молниезащиты подстанций – 0,5 часа.

## **6. СОДЕРЖАНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

(заочная форма обучения)

### **ВОСЬМОЙ СЕМЕСТР 102 часа**

1.Изучение теоретического материала по учебникам с подготовкой ответов на частные и общие вопросы и учебным пособиям - 102 часа;

### **ДЕВЯТЫЙ СЕМЕСТР 68 часов**

1.Изучение теоретического материала по учебникам с подготовкой ответов на частные и общие вопросы и учебным пособиям - 18 часов;

2.Выполнение курсового проекта по разделам - 32 часов:

а) определение ожидаемых нагрузок подстанции; выбор типа, числа и мощности трансформаторов - 8 часов.

б) обоснование главной схемы подстанции, расчет токов короткого замыкания - 8 часов.

в) выбор электрических аппаратов и токоведущих частей распределительных устройств - 8 часов.

г) выбор системы измерений и оперативного тока, расчет заземления и молниезащиты подстанции, сметно-финансовый расчет - 8 часов.

3.Подготовка к лабораторным занятиям по работам № 1,2,3,4,5,6 - 18 часов.

**Итого за 8,9 семестры**

**170 часов**

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 ОБЯЗАТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум и др.)	Количество в библиотеке
1	Степкина Ю. В. Электрооборудование станций и подстанций предприятий : учеб. пособие / Ю. В. Степкина, В. В. Вахнина; ТГУ; Электротехн. фак.; каф. "Электроснабжение и электротехника". - Гриф УМО; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2009. - 67 с.	Учебное пособие	140 ✓
2	Степкина Ю. В. Высоковольтное оборудование станций и подстанций : учеб. пособие / Ю. В. Степкина, В. В. Вахнина; ТГУ; каф. "Электроснабжение и электротехника". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2006. - 49 с.	Учебное пособие	96 ✓
3	Ополева Г. Н. Схемы и подстанции электроснабжения : справочник : учеб. пособие / Г. Н. Ополева; [сост. С. К. Кротов и др.]. - М. : ФОРУМ - ИНФРА-М, 2006. - 479 с.	Учебное пособие	41 ✓
4	Быстрицкий Г. Ф. Выбор и эксплуатация силовых трансформаторов : учеб. пособие для вузов / Г. Ф. Быстрицкий, Б. И. Кудрин. - М. : Academia, 2003. - 174 с.	Учебное пособие	31 ✓
5	Степкина Ю. В. Проектирование электрической части понизительной подстанции : учеб.-метод. пособие к выполнению курсового и дипломного проектирования / Ю. В. Степкина; ТГУ; каф. "Электроснабжение и электротехника". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2007. - 123 с.	Учебно-методическое пособие	92 ✓
6	Лькин А. В. Электрические системы и сети : учеб. пособие / А. В. Лькин. - Гриф УМО. - М. : Логос, 2008. - 253 с.	Учебное пособие	50 ✓
7	Расчет коротких замыканий и выбор электрооборудования : учеб. пособие для вузов / И. П. Крючков [и др.]; под ред. И. П. Крючкова [и др.]. - Гриф МО. - М. : Academia, 2005. - 411 с.	Учебное пособие	80 ✓
8	Кужеков С. Л. Практическое пособие по электрическим сетям и электрооборудованию / С. Л. Кужеков, С. В. Гончаров. - Изд. 4-е, доп. и перераб. - Ростов н/Д : Феникс, 2010. - 492 с.	Практическое пособие	26 ✓
9	Кужеков С. Л. Практическое пособие по электрическим сетям и электрооборудованию / С. Л. Кужеков, С. В. Гончаров. - Изд. 2-е, доп. и перераб. - Ростов н/Д : Феникс, 2008. - 492 с.	Практическое пособие	10 ✓

СОГЛАСОВАНО

Директор научной библиотеки

  
(подпись)

А.М.Асаева

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.



## 7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум и др.)	Количество в библиотеке
10	Степкина Ю. В. Электропитающие системы и электрические сети : метод. указания к лаб. работам по дисциплинам / Ю. В. Степкина, В. М. Салтыков ; ТГУ; Каф. "Электроснабжение и электротехника". - Тольятти : ТГУ, 2006. - 54 с	Методические указания	92
11	Справочник по энергоснабжению и электрооборудованию промышленных предприятий и общественных зданий [Электронный ресурс] / Т. В. Анчарова [и др.]; под общ. ред. С. И. Гамазина. - М. : Изд-во МЭИ, 2010. - 744 с.	Справочник	1(СД, Библиотех)
12	Макаров Е.Ф. Справочник по электрическим сетям 0,4-35 кВ и 110-1150 кВ : в 6 т.: учеб.-произв. изд. Т. 4 / Е.Ф. Макаров; под ред. И.Т. Горюнова [и др.]. - М. : Папирус Про, 2005. - 637 с.	Справочник	15
13	Макаров Е.Ф. Справочник по электрическим сетям 0,4-35 кВ и 110-1150 кВ : в 6 т.: учеб.-произв. изд. Т. 6 / Е.Ф. Макаров; под ред. гл. специалистов ОАО "Мосэнерго". - М. : ИД "ЭНЕРГИЯ", 2006. - 614 с.	Справочник	15
14	Электротехнический справочник : в 4 т. Т. 3 / под общ. ред. В. Г. Герасимова [и др.]. - 8-е изд., испр. и доп. - М. : Изд-во МЭИ, 2002. - 963 с.	Справочник	10
15	Электротехнический справочник : В 4 т. Т. 3 / Под общ. ред. В.Г. Герасимова и др. - 9-е изд., стер. . - М. : Изд-во МЭИ, 2004. - 963 с.	Справочник	10
16	Правила устройства электроустановок : все действующие разделы 6-го и 7-го изд. с изм. и доп. по сост. на 1 января 2010 г. - М. : КноРус, 2010. - 480 с.	-	1
17	Правила устройства электроустановок : Все действующие разделы 6-го и 7-го изд. с изм. и доп. по сост. на 1 февраля 2008 г. - М. : КНОРУС, 2008. - 488 с.	-	1
18	Правила устройства электроустановок. Разд. 4. Распредел. устройства и подстанции. Гл. 4.1. Распредел. устройства напряжением до 1 кВ перем. тока и до 1,5 кВ постоянн. тока. Гл. 4.2. Распредел. устройства и подстанции напряжением выше 1 кВ. - Введ. 1.11.2003 г. - СПб. : Деан, 2004. - 127 с.	-	4



## 8. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения курса «Электропитающие системы и электрические сети» студент должен:

- знать элементы теории, необходимые для понимания работы аппаратов, их конструкций, параметров, методов расчета и выбора;
- знать основное оборудование электростанций и подстанций; методику выбора аппаратов и проводников в сетях выше 1000 В;
- знать принципы построения электрических схем станций и подстанций и конструирования распределительных устройств, системы управления, измерения и контроля на электростанциях;
- уметь применять знания для квалифицированного обслуживания оборудования подстанций, повышения бесперебойности электроснабжения;
- уметь вести техническую документацию в соответствии с Правилами технической эксплуатации, должностными обязанностями и инструкциями;
- уметь применять правила устройств электротехнических установок и правила безопасности при работе электроустановок.

## 9. ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ И ЗАЧЕТУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### «ЭЛЕКТРОПИТАЮЩИЕ СИСТЕМЫ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ»

1. Типы электростанций и их особенности.
2. Классификация электрических аппаратов.
3. Основные виды проводников.
4. Назначение и формы шинных конструкций.
5. Поверхностный эффект и эффект близости.
6. Назначение и конструкции неизолированных проводов.
7. Требования к изоляторам и их конструкции.
8. Общие вопросы нагрева проводников.
9. Тепловой расчет шин.
10. Термическая стойкость проводников и аппаратов.
11. Электродинамическая стойкость шинных конструкций и аппаратов.
12. Назначение и виды выключателей.
13. Масляные выключатели.
14. Воздушные выключатели.
15. Элегазовые выключатели.
16. Электромагнитные и вакуумные выключатели.
17. Процесс восстановления напряжения на полюсах выключателя. Влияние асимметрии тока.
18. Приводы выключателей.
19. Назначение и конструкции разъединителей.
20. Отделители и короткозамкатели.
21. Выбор выключателей, разъединителей, отделителей и короткозамкателей.
22. Выключатели нагрузки.
23. Назначение и конструкции плавких предохранителей.
24. Коммутационные аппараты до 1000 В.
25. Назначение, классы точности, и погрешности измерительных трансформаторов напряжения.
26. Схемы включения и конструкции измерительных трансформаторов напряжения.
27. Выбор измерительных трансформаторов напряжения.
28. Назначение, классы точности и погрешности трансформаторов тока.
29. Конструкции трансформаторов тока
30. Выбор трансформаторов тока.
31. Токоограничивающие реакторы и особенности их работы.
32. Конструкции силовых трансформаторов.
33. Системы охлаждения трансформаторов и автотрансформаторов.
34. Регулирование напряжения трансформаторов.
35. Нагрузочная способность трансформаторов.
36. Допустимые нагрузки для трансформатора, работающего по двухступенчатому графику.
37. Параллельная работа трансформаторов.

38. Распределительные устройства с одной системой сборных шин.
39. Распределительные устройства с двумя системами сборных шин.
40. Распределительные устройства кольцевого типа.
41. Распределительные устройства с числом выключателей 2, 3/2, 4/3 на присоединение.
42. Упрощенные схемы распределительных устройств (с выключателями).
43. Электрические схемы трансформаторных подстанций.
44. Схемы распределительных устройств среднего и низшего напряжения.
45. Конструкции закрытых распределительных устройств (ЗРУ).
46. Конструкции открытых распределительных устройств (ОРУ).
47. Заземление станций и подстанций.
48. Собственные нужды электростанций и подстанций.
49. Назначение оперативного тока.
50. Источники постоянного оперативного тока.
51. Источники переменного оперативного тока.
52. Организация управления на станциях и подстанциях.
53. Система дистанционного управления.
54. Сигнализация в системе дистанционного управления.
55. Система электрических измерений и приборы на станциях и подстанциях.

## 10. ТЕСТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### «ЭЛЕКТРОПИТАЮЩИЕ СИСТЕМЫ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ»

#### 1. К аппаратам вторичных цепей относят:

- коммутационные аппараты, защитные аппараты;
- измерительные трансформаторы напряжения и тока, токоограничивающие реакторы;
- + аппараты управления, контроля, сигнализации, релейной защиты и автоматики.

#### 2. Допустимый продолжительный ток в неизолированном проводнике зависит от:

- теплового потока, активного сопротивления, температуры окружающей среды;
- + теплового потока, активного сопротивления, температуры окружающей среды, коэффициента поверхностного эффекта;
- теплового потока, активного сопротивления.

#### 3. Термическая стойкость проводника определяется с учетом:

- аperiodической составляющей тока к.з., продолжительности тока к.з.;
- периодической составляющей тока к.з., продолжительности тока к.з.;
- + периодической и аperiodической составляющих тока к.з., продолжительности тока к.з.

#### 4. Критериями электродинамической стойкости шинной конструкции при к.з. являются:

- максимальная интенсивность нагрузки на шины и изоляторы;
- + максимальное напряжение в материале шин и максимальная нагрузка на изоляторы;
- максимальный момент сопротивления шин и максимальная нагрузка на изоляторы.

#### 5. Для успешного отключения цепи необходимо, чтобы:

- + пробивное напряжение увеличивалось быстрее, чем восстанавливающееся напряжение;
- восстанавливающее напряжение увеличивалось быстрее, чем пробивное напряжение;
- восстанавливающее напряжение все время превышает электрическую прочность промежутка.

#### 6. К факторам, которые утяжеляют процесс отключения цепи при наличии аperiodической составляющей в отключаемом токе, относятся:

- + увеличение действующего значения тока;
- + промежутки времени между моментами, когда ток достигает нуля, становятся неодинаковыми;
- уменьшение скорости изменения тока при подходе к нулевому значению;
- уменьшение мгновенного значения возвращающегося напряжения.

#### 7. К факторам, которые облегчают процесс отключения цепи при наличии аperiodической составляющей в отключаемом токе, относятся:

- увеличение действующего значения тока;
- промежутки времени между моментами, когда ток достигает нуля, становятся неодинаковыми;
- + уменьшение скорости изменения тока при подходе к нулевому значению;
- + уменьшение мгновенного значения возвращающегося напряжения.

#### 8. Гашение дуги в масляном выключателе при к.з. осуществляется за счет:

- действия нагретой струи масла под высоким давлением, направленной на размыкаемые контакты;
- + разложения масла под действием дуги в газообразное состояние и образования газового дутья;
- действия привода на подвижный контакт выключателя, находящегося в нагретом масле.

**9. В элегазовых выключателях наиболее широко применяются конструкции:**

- + с автокомпрессионным дутьем;
- с разделением дуги на короткие дуги;
- + с магнитным дутьем.

**10. К недостаткам электромагнитных выключателей относятся:**

- непригодность для работы в условиях весьма частых отключений;
- + относительно сложная конструкция дугогасительной камеры;
- + ограниченный верхний предел номинального напряжения;
- необходимость в периодическом контроле масла в дугогасительной камере.

**11. Основное назначение разъединителей в распределительных устройствах (РУ) состоит:**

- в отключении рабочих токов;
- в создании искусственного к.з.;
- + в изолировании предварительно отключенных выключателями частей системы от смежных частей, находящихся под напряжением, для безопасного ремонта.

**12. Выключатели нагрузки отключают:**

- ток к.з.;
- + рабочий номинальный (продолжительный) ток;
- ток к.з. и рабочий ток.

**13. Выключатели переменного тока отключают:**

- + ток к.з.;
- + рабочий номинальный (продолжительный) ток;
- + ток к.з. и рабочий ток.

**14. Отделитель устанавливается в РУ упрощенного типа совместно:**

- + с разъединителем и короткозамыкателем;
- с разъединителем, короткозамыкателем, силовым выключателем;
- с короткозамыкателем и предохранителем;
- с разъединителем, короткозамыкателем, выключателем нагрузки.

**15. Короткозамыкатель представляет собой коммутационный аппарат:**

- однополюсный с ручным приводом;
- одно-двухполюсный для отключения рабочего тока;
- одно-, двух- и трехполюсный с пружинным приводом для создания искусственного к.з. по команде от релейной защиты;
- + одно-и двухполюсный (в зависимости от рабочего заземления сети) с пружинным приводом для соединения провода (проводов) трехфазной системы с землей по ручной команде или от релейной защиты.

**16. Автоматические выключатели предназначены для автоматического отключения:**

- + при перегрузках и к.з.;
- для ограничения токов к.з.;
- + при недопустимом снижении напряжения.

**17. Один полюс короткозамыкателя устанавливается в сетях:**

- с незаземленными и резонансно-заземленными нейтралями;
- + с эффективно-заземленными нейтралями.

**18. Два полюса короткозамыкателя устанавливаются в сетях:**

- + с незаземленными и резонансно-заземленными нейтралями;
- с эффективно-заземленными нейтралями.

**19. В качестве дугогасительных устройств в автоматических выключателях применение получили:**

- + лабиринтно-щелевые камеры;
- + камеры со стальными пластинами;
- + камеры комбинированного типа, в которых используются элементы первых двух типов.

**20. Отделитель представляет собой:**

- коммутационный аппарат, снабженный пружинным приводом, для создания искусственного к.з.;
- + коммутационный аппарат, снабженный пружинным приводом, для включения и отключения участков цепи, предварительно отключенных выключателем;
- коммутационный аппарат, снабженный ручным приводом, для включения и отключения участков цепи с номинальным током.

**21. В стреляющих предохранителях гашение дуги осуществляется за счет:**

- использования кварцевого песка;
- + потока газа, выделяющегося под действием дуги из стенки трубок предохранителя;
- использования магнитного дутья.

**22. Измерительные трансформаторы напряжения характеризуются:**

- + коэффициентом трансформации с вторичным напряжением 100 В или  $100/\sqrt{3}$  В и допустимой вторичной нагрузкой в пределах классов точности 0,2; 0,5; 1,0; 3,0;
- коэффициентом трансформации с вторичным напряжением 100 В или  $100/\sqrt{3}$  В и допустимой вторичной нагрузкой в пределах классов точности 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 3,0; 10,0;
- + применением витковой коррекции.

**23. Трансформатор напряжения работает в режиме:**

- + близком к холостому ходу;
- близком к режиму короткого замыкания;
- все ответы верны.

**24. Измерительные трансформаторы напряжения предназначены:**

- + для преобразования напряжения до значения, удобного для измерения, равным 100 В или  $100/\sqrt{3}$  В, имеющие класс точности 0,2; 0,5; 1,0; 3,0;
- для преобразования напряжения до значения, удобного для измерения, равным 100 В или  $100 \cdot \sqrt{3}$  В, имеющие класс точности 0,2; 0,5; 1,0; 3,0;
- для преобразования напряжения до значения, удобного для измерения, равным 100 В или  $100/\sqrt{3}$  В, имеющие класс точности 0,2; 0,5; 1,0; 3,0; 10,0.

**25. К вторичным обмоткам измерительных трансформаторов напряжения подключаются:**

- + вольтметры;
- амперметры;
- + ваттметры;
- + частотомеры.

**26. По конструкции трансформаторы тока бывают:**

- + стержневые;
- емкостные;
- + встроенные;
- + катушечные;
- + каскадные;
- + шинные.

**27. Измерительные трансформаторы тока имеют классы точности:**

- 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 3,0; 5,0; 10,0;
- + 0,2; 0,5; 1,0; 3,0; 10,0;
- 0,5; 2,5; 3,0; 5,0; 10,0.

**28. Трансформаторы тока работают в режиме:**

- близком к холостому ходу;
- + близком к режиму короткого замыкания;
- все ответы верны.

**29. К вторичным обмоткам измерительных трансформаторов тока подключаются:**

- вольтметры;
- + амперметры;
- + ваттметры;
- + варметры;
- частотомеры.

**30. Измерительные трансформаторы тока предназначены:**

- + для преобразования тока до значения, удобного для измерения, равным 5 А (реже 1 или 10 А), имеющие классы точности 0,2; 0,5; 1,0; 3,0; 10,0;
- для преобразования тока до значения, удобного для измерения, равным 5 А (реже 1 или 10 А), имеющие классы точности 0,2; 0,5; 1,0; 3,0;
- для преобразования тока до значения, удобного для измерения, равным 20 А (реже 1 или 10 А), имеющие классы точности 0,2; 0,5; 1,0; 3,0; 10,0.

**31. Одновитковые трансформаторы тока бывают:**

- + стержневые, шинные, встроенные;
- стержневые, шинные, каскадные;
- встроенные, каскадные, емкостные;
- катушечные, петлевые, каскадные.

**32. Многовитковые трансформаторы тока бывают:**

- стержневые, шинные, встроенные;
- стержневые, шинные, каскадные;
- встроенные, каскадные, емкостные;
- + катушечные, петлевые, каскадные.

**33. Трансформаторы с расщепленной обмоткой предназначены для:**

- + ограничения токов к.з.;
- + питания резкопеременной нагрузки;
- уменьшения сопротивления короткого замыкания между ветвями.

**34. В системе охлаждения ДЦ:**

- + масло прокачивают через охладители, в которых оно охлаждается воздухом, поступающим от вентиляторов;
- масло прокачивают через охладители, в которых оно охлаждается водой;
- масло охлаждается, двигаясь вниз по трубам.

**35. В системе охлаждения Ц:**

- масло прокачивают через охладители, в которых оно охлаждается воздухом, поступающим от вентиляторов;
- + масло прокачивают через охладители, в которых оно охлаждается водой;
- масло охлаждается, двигаясь вниз по трубам.

**36. В системе охлаждения М:**

- масло прокачивают через охладители, в которых оно охлаждается воздухом, поступающим от вентиляторов;
- масло прокачивают через охладители, в которых оно охлаждается водой;
- + масло охлаждается, двигаясь вниз по трубам.

**37. Токоограничивающие реакторы предназначены:**

- для ограничения токов ниже номинального;
- для ограничения токов перегрузки;
- + для ограничения токов к.з.

**38. Сдвоенные реакторы характеризуются:**

- + номинальным индуктивным сопротивлением;
- номинальным емкостным сопротивлением;
- + коэффициентом связи.

**39. Одинарные реакторы характеризуются:**

- + номинальным индуктивным сопротивлением;
- номинальным емкостным сопротивлением;

– коэффициентом связи.

**40. Для регулирования напряжения в системе используют:**

- устройства ПБВ на мощных силовых трансформаторах, регулировочные последовательные трансформаторы;
- устройства РПН и ПБВ на силовых трансформаторах мощностью ниже 1600 кВА;
- + устройства РПН и ПБВ на силовых трансформаторах всех ступеней напряжения, регулировочные последовательные трансформаторы.

**41. Наиболее мощные силовые трансформаторы имеют систему охлаждения:**

- С, М;
- + Д, ДЦ, Ц.

**42. Критерием допустимости соответствующего рабочего режима трансформатора (за истекшие сутки, год) является:**

- режим холостого хода;
- минимум нагрузочных потерь за рассматриваемый период;
- + износ изоляции за рассматриваемый период;
- номинальная мощность.

**43. Под систематической перегрузкой понимают такой режим, при котором:**

- + износ изоляции за рассматриваемый период не превышает номинального износа, соответствующего температуре обмотки  $98^{\circ}\text{C}$ ;
- износ изоляции за рассматриваемый период не превышает номинального износа, соответствующего температуре обмотки  $140^{\circ}\text{C}$ ;
- износ изоляции, значительно превышающий номинальный, при этом температура масла не должна превышать  $115^{\circ}\text{C}$ .

**44. Под аварийной перегрузкой понимают такой режим, при котором:**

- износ изоляции за рассматриваемый период не превышает номинального износа, соответствующего температуре обмотки  $98^{\circ}\text{C}$ ;
- износ изоляции за рассматриваемый период не превышает номинального износа, соответствующего температуре обмотки  $140^{\circ}\text{C}$ ;
- + износ изоляции, значительно превышающий номинальный, при этом температура масла не должна превышать  $115^{\circ}\text{C}$ .

**45. Типовые схемы РУ, получившие применение на станциях и подстанциях энергосистем:**

- + распределительные устройства с одной системой сборных шин; распределительные устройства с двумя системами сборных шин;
- + распределительные устройства кольцевого типа; упрощенные схемы распределительных устройств;
- + все ответы верны.

**46. На теплоэлектростанциях (ТЭЦ) получили применение:**

- + схемы РУ генераторного напряжения;
- + схемы с блочными агрегатами;
- схемы упрощенного типа.

**47. На гидроэлектростанциях (ГЭС) получили применение схемы:**

- с одной системой сборных шин;
- + простого (одионого) блока;
- + укрупненного блока с общим двухобмоточным трансформатором;
- + укрупненного блока с общим трансформатором с расщепленными обмотками.

**48. Подстанции в зависимости от положения в системе и по схеме питания на стороне ВН разделяют на следующие типы:**

- + узловая (комбинированная), проходная (транзитная);
- + на присоединении (ответвительная), конечная (тупиковая);
- + все ответы верны.



**49. Тупиковая подстанция – это подстанция:**

- + получающая электроэнергию от одной электроустановки по одной или нескольким параллельным линиям;
- присоединяемая глухой отпайкой к одной или двум проходящим линиям;
- включаемая в рассечку одной или двух линий с двухсторонним или односторонним питанием;
- к которой присоединено более двух линий питающей сети, приходящих от двух или более электроустановок.

**50. Ответительная подстанция – это подстанция:**

- получающая электроэнергию от одной электроустановки по одной или нескольким параллельным линиям;
- +присоединяемая глухой отпайкой к одной или двум проходящим линиям;
- включаемая в рассечку одной или двух линий с двухсторонним или односторонним питанием;
- к которой присоединено более двух линий питающей сети, приходящих от двух или более электроустановок.

**51. Проходная подстанция – это подстанция:**

- получающая электроэнергию от одной электроустановки по одной или нескольким параллельным линиям;
- присоединяемая глухой отпайкой к одной или двум проходящим линиям;
- +включаемая в рассечку одной или двух линий с двухсторонним или односторонним питанием;
- к которой присоединено более двух линий питающей сети, приходящих от двух или более электроустановок.

**52. Узловая подстанция – это подстанция:**

- получающая электроэнергию от одной электроустановки по одной или нескольким параллельным линиям;
- присоединяемая глухой отпайкой к одной или двум проходящим линиям;
- включаемая в рассечку одной или двух линий с двухсторонним или односторонним питанием;
- + к которой присоединено более двух линий питающей сети, приходящих от двух или более электроустановок.

**53. В распределительных устройствах (РУ) высшего напряжения (330-750 кВ) подстанций применяются схемы:**

- с одной (секционированной) системой сборных шин;
- с двумя системами сборных шин и обходной системой;
- мостиковые схемы;
- + по полуторной схеме;
- + кольцевого типа;
- + шины-трансформаторы.

**54. На электростанциях и подстанциях применяются следующие виды заземления:**

- + рабочее;
- + грозозащитное;
- + защитное;
- + все ответы верны.

**55. Защитное заземление это:**

- преднамеренное соединение с землей нейтралей обмоток трансформаторов, генераторов;
- заземление молниеотводов, защитных тросов, ограничителей перенапряжений;
- + заземление всех металлических частей подстанции или станции (корпусов оборудования, каркасов, ограждений) нормально не находящихся под напряжением, но которые могут оказаться под напряжением при повреждении изоляции.

**56. Рабочее заземление это:**

- + преднамеренное соединение с землей нейтралей обмоток трансформаторов, генераторов;
- заземление молниеотводов, защитных тросов, ограничителей перенапряжений;
- заземление всех металлических частей подстанции или станции (корпусов оборудования, каркасов, ограждений) нормально не находящихся под напряжением, но которые могут оказаться под напряжением при повреждении изоляции.

**57. Грозозащитное заземление это:**

- преднамеренное соединение с землей нейтралей обмоток трансформаторов, генераторов;
- + заземление молниеотводов, защитных тросов, ограничителей перенапряжений;
- заземление всех металлических частей подстанции или станции (корпусов оборудования, каркасов, ограждений) нормально не находящихся под напряжением, но которые могут оказаться под напряжением при повреждении изоляции.

**58. На подстанциях трансформаторы собственных нужд присоединяют:**

- к обмоткам высшего напряжения трансформаторов;
- + к выводам низшего напряжения трансформаторов на участке между трансформаторами и вводными выключателями;
- к выводам выключателей наиболее ответственных потребителей.

**59. Источниками постоянного и переменного оперативного тока являются:**

- + аккумуляторные батареи;
- + выпрямительные агрегаты;
- асинхронные двигатели;
- + трансформаторы собственных нужд;
- + измерительные трансформаторы напряжения;
- + измерительные трансформаторы тока.

**60. На стороне низшего (среднего) напряжения выводов силовых трансформаторов подстанций устанавливаются измерительные приборы:**

- + амперметр;
- + ваттметр;
- + варметр;
- + счетчик активной энергии;
- + счетчик реактивной энергии;
- частотомер.

**61. В выключателях марки ВМПЭ буква Э обозначает:**

- тип выключателя;
- + тип привода;
- климатическое исполнение.

**62. Комплектные распределительные устройства (КРУ) на подстанциях в основном применяются на напряжение:**

- 110 кВ и выше;
- + 6, 10, 35 кВ;
- все ответы верны.