

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Волхонов Михаил Станиславович

Должность: Врио ректора

Дата подписания: 02.09.2024 15:39:09

Уникальный программный ключ:

b2dc75470204bc20fec58d377a1b593ee223ea2759d44aa6c272d0610c6c81

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КОСТРОМСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

УТВЕРЖДАЮ

декан электроэнергетического факультета

Рожнов А.В.

14 июня 2024 года

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

**«Электрическая часть электростанций и подстанций»**

Направление подготовки	<u>13.03.02 Электроэнергетика и электротехника</u>
Направленность (профиль)	<u>Электроснабжение</u>
Квалификация выпускника	<u>бакалавр</u>
Формы обучения	<u>очная, заочная</u>
Сроки освоения ОПОП ВО	<u>4 года, 4 года 7 месяцев</u>

Фонд оценочных средств предназначен для оценивания сформированности компетенций по дисциплине «Электрическая часть электростанций и подстанций».

Разработчик:

старший преподаватель А.В. Смирнов \_\_\_\_\_

Утвержден на заседании кафедры электроснабжения и эксплуатации электрооборудования, протокол № 9 от «16» мая 2024 года.

Заведующий кафедрой Васильков А.А. \_\_\_\_\_

Согласовано:

Председатель методической комиссии электроэнергетического факультета протокол №5 от «13» июня 2024 года.

Яблоков А.С. \_\_\_\_\_

## Паспорт фонда оценочных средств

**Таблица 1**

Модуль дисциплины	Формируемые компетенции или их части	Оценочные материалы и средства	Количество
<b>1.</b> Общие сведения об электрических станциях и подстанциях	ПКос-1. Способен осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей	ТСк	21
		ЗПР (опрос)	40
		КП	30
<b>2.</b> Электрические аппараты и проводники		ТСк	43
		Опрос	40
		КП	30
<b>3.</b> Коммутационные аппараты		ТСк	16
		ЗПР (опрос)	33
	КП	30	
<b>4.</b> Трансформаторы и автотрансформаторы		ТСк	59
Схемы электрических соединений электростанций и подстанций		ЗПР (опрос)	35
		КП	30
<b>5.</b> Конструкции распределительных устройств		ТСк	11
Средства защиты от аварийных режимов		Опрос	41
		КП	30

**1 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ  
ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Таблица 2 – Формируемые компетенции

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Оценочные материалы и средства
ПКос-1. Способен осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей	<b>Общие сведения об электрических станциях и подстанциях</b>	
	ИД-1 <sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей	ТСк ЗПР (опрос) КП
	<b>Электрические аппараты и проводники</b>	
	ИД-1 <sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей	ТСк Опрос КП
	<b>Коммутационные аппараты</b>	
	ИД-1 <sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей	ТСк ЗПР (опрос) КП
	<b>Трансформаторы и автотрансформаторы</b>	
	ИД-1 <sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей	ТСк, ЗПР (опрос) КП
	<b>Схемы электрических соединений электростанций и подстанций</b>	
	ИД-1 <sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей	ТСк, ЗПР (опрос) КП
	<b>Конструкции распределительных устройств</b>	
	ИД-1 <sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей	ТСк Опрос КП
	<b>Средства защиты от аварийных режимов</b>	
ИД-1 <sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей	ТСк Опрос КП	

# Оценочные материалы и средства для проверки сформированности компетенций

## Модуль 1

### Тема 1 Общие сведения об электрических станциях и подстанциях

#### Компьютерное тестирование по модулю 1

Выберите один правильный вариант ответа и нажмите кнопку «Далее»

**Основной тип электростанций, располагаемый в центре электрических и тепловых нагрузок:**

- ГТУ
- ГРЭС и АЭС
- ГЭС и ГАЭС
- +ТЭЦ

**Меньшие эксплуатационные расходы и себестоимость производства электрической энергии характерны для станции типа:**

- АЭС и ГТУ
- КЭС
- +ГЭС
- ТЭЦ

**На территории России большая часть электрической энергии вырабатывается на:**

- + тепловых электростанциях
- дизельных электростанциях
- гидроэлектростанциях
- атомных электростанциях

**Электрические сети называются «сетями с малыми токами замыкания на землю», если при замыкании одной фазы на землю токи имеют значения менее:**

- 300 А
- 30 А
- + 10 А
- 20 А

**К параметрам синхронного генератора не относится:**

- коэффициент полезного действия
- номинальная мощность
- коэффициент мощности
- + коэффициент трансформации

**Частота вращения турбогенератора при числе пар полюсов  $p=2$ :**

- 750 об/мин
- +1500 об/мин
- 3000 об/мин
- 1000 об/мин

**Электроэнергетическая система - это:**

- совокупность элементов, предназначенных для производства и потребления электроэнергии
- совокупность элементов, предназначенных для передачи и распределения электроэнергии
- совокупность элементов, предназначенных для преобразования и распределения электрической

энергии

+совокупность электрических станций, подстанций, тепловых и электрических сетей, расположенных на одной территории и объединенных общим процессом производства, преобразования, передачи, распределения и потребления тепловой и электрической энергии

**К элементам электроэнергетической системы относятся:**

линии, генераторы, трансформаторы

+ генераторы, трансформаторы, линии, вспомогательное оборудование, устройства управления и регулирования

трансформаторы, генераторы, устройства управления

вспомогательное оборудование, генераторы, трансформаторы

**Для потребителей первой категории допускается перерыв электроснабжения на время:**

+ автоматического восстановления питания

3 минуты

1 сутки

1 час

**Электроприемники, перерыв в электроснабжении которых приводит к массовому недоотпуску продукции, относятся к следующей категории:**

V

I

IV

+II

**Для электроснабжения потребителей I категории не применяется схема:**

+одна система сборных шин

одна секционированная система сборных шин замкнутая в кольцо

одна секционированная система сборных шин

две системы сборных шин

**Качество электрической энергии характеризуется:**

напряжением, частотой сети, мощностью

частотой, симметрией и синусоидальностью

напряжением, симметрией и синусоидальностью

+напряжением, частотой сети, симметрией и синусоидальностью

**Электрические подстанции предназначены для:**

передачи и распределения электроэнергии

трансформации электроэнергии

передачи электроэнергии

+преобразования и распределения электроэнергии

**К тупиковым относятся подстанции:**

+присоединенные глухой отпайкой к одной или двум проходящим линиям

расположенные в начале линии электропередачи

к которым присоединено более двух линий питающей сети, приходящих от двух или более электроустановок

получающие электроэнергию от одной электроустановки по одной или нескольким параллельным линиям

**Номинальным напряжением электроустановок называется:**

напряжение электрической цепи, к которой подключена электроустановка  
напряжение на 5-10% выше напряжения электрической сети  
линейное напряжение электроустановок  
+напряжение, при котором электроустановки предназначены для длительной работы

**С точки зрения надежности электроснабжения потребители разделяются на следующие категории:**

IV  
V  
I  
+III

**Тип трансформатора трехфазного с расщепленной обмоткой НН, с системой охлаждения «Д», с регулятором напряжения РПН:**

ТРДЦНС  
ТДТН  
ТНЦ  
+ТРДН

**Конструктивной и механической основой трансформатора является:**

бак трансформатора  
защитные и измерительные устройства  
обмотки  
+магнитопровод

**Не изготавливаются силовые трансформаторы:**

трехобмоточные  
автотрансформаторы  
двухобмоточные  
+однообмоточные

**Автотрансформатор отличается от силового трансформатора наличием:**

электрической связи между обмотками СН и НН  
электрической связи между обмотками ВН, СН и НН  
+электрической связи между обмотками ВН и СН  
встроенного автоматического регулятора напряжения

**Регулировать напряжение трансформатора без отключения его от сети позволяет устройство:**

АБР  
+РПН  
ПБВ  
УБФ

**Вопросы для собеседования**

1. Какие механизмы обслуживают цикл воздуха и дымовых газов? Через какие элементы проходят воздух и газы?
2. Охарактеризовать путь пара на конденсационной станции.
3. Как осуществляется регенеративный подогрев питательной воды?
4. Через какие элементы на РЭС электроэнергия от генератора передается к потребителю?
5. В чем состоит принципиальное отличие в технологической схеме РЭС и ТЭЦ?
6. Какие изменения на ТЭЦ имеют место в цикле пара?

7. Чем отличается цикл воды на ТЭЦ?
8. Каково принципиальное различие в электрической части между РЭС и ТЭЦ?
9. Какие основные сооружения являются характерными для станций типа РЭС и ТЭЦ?
10. Что представляет собой годовой график по продолжительности нагрузок? Каково его назначение и как строится такой проектный график при наличии всего двух исходных суточных графиков – зимнего и летнего?
11. Что такое  $T_{\max}$ ? Как определить его по годовому графику по продолжительности нагрузок или аналитическим путем без построения годового графика?
12. Каковы преимущества водородного охлаждения генераторов по сравнению с воздушным?
13. Какое избыточное давление принято в турбогенераторах?
14. Объясните необходимость устройства автоматического гашения поля.
15. Укажите недостатки и преимущества АГП с гасительными сопротивлениями.
16. Какова идея устройства АГП нового типа?
17. Объяснить принцип противовключения напряжения в АГП для мощных генераторов.
18. Каковы три основные группы систем возбуждения турбогенераторов?
19. Какие условия необходимы для включения синхронных генераторов на параллельную работу способом точной синхронизации, и какие последствия имеют место при несоблюдении этих условий?
20. Перечислить последовательность операций при точной ручной синхронизации.
21. Как нагрузить подключенный к сети генератор активной и реактивной нагрузками?
22. Какие приборы устанавливаются в колонке синхронизации?
23. Как устроен стрелочный синхроскоп? Как включается он при синхронизации?
24. Отличие способа самосинхронизации от способа точной синхронизации.
25. Для чего обмотка ротора при способе самосинхронизации предварительно замыкается на сопротивление?
26. Указать преимущества и недостатки обоих способов синхронизации.
27. Какая наибольшая мощность трансформатора с естественным масляным охлаждением? То же – с обдувом радиаторов?
28. Начиная с какой мощности применяется циркуляционное охлаждение масла?
29. Что такое «номинальная мощность трансформатора»?
30. Чем объясняются систематические перегрузки трансформаторов? Какие существуют виды систематических перегрузок?
31. Какие аварийные перегрузки допускаются для трансформаторов, и чем они вызываются?
32. Что понимают под регулированием напряжения трансформаторов?
33. Указать различия регулирования напряжения без нагрузки и под нагрузкой.
34. Объяснить конструкцию переключающего устройства для регулирования напряжения под нагрузкой.
35. Что понимают под номинальной мощностью автотрансформатора? Что такое типовая мощность и что она характеризует?
36. На какие напряжения и мощности изготавливаются современные автотрансформаторы?
37. Почему нейтрали автотрансформаторов должны быть всегда заземлены?
38. Какие преимущества и недостатки имеют автотрансформаторы по сравнению с трехобмоточными трансформаторами?
39. В чем состоит назначение синхронных компенсаторов?
40. Для чего при расчете токов КЗ составляется схема замещения?



Таблица 3 – Критерии оценки сформированности компетенций

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)		
	на базовом уровне	на повышенном уровне	
	соответствует оценке «удовлетворительно» 50-64% от максимального балла	соответствует оценке «хорошо» 65-85% от максимального балла	соответствует оценке «отлично» 86-100% от максимального балла
ИД-1пКос-1 Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей	Студент, в основном, имеет представление об электростанциях и подстанциях. Ориентируется в построении схем данных объектов и знает графические обозначения элементов, из которых формируются основные блоки электростанций и подстанций. Может осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций и электрических сетей	Студент знает общие сведения об электростанциях и подстанциях. Хорошо ориентируется в построении схем данных объектов, уверенно знает графические и буквенные обозначения элементов, из которых формируются основные структурные блоки электростанций и подстанций. Может осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций и электрических сетей	Студент отлично знает общие сведения об электростанциях и подстанциях. Свободно ориентируется в построении схем инфраструктуры электрических станций и подстанций, входящих в объединённые электроэнергетические системы. Уверенно строит схемы соединений аппаратов, из которых состоят основные блоки электрических станций и подстанций. Может безошибочно называть и классифицировать основные типы электрических станций и подстанций как с точки зрения применяемого способа получения электрической энергии, так и в соответствии со схемами соединений аппаратов электростанций и подстанций. Студент способен осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций и электрических сетей

## Модуль 2

### Тема 2. Электрические аппараты и проводники

#### Тестирование по модулю 2

Выберите один правильный вариант ответа и нажмите кнопку «Далее»

**На напряжение до 1000 В не применяются:**

рубильники

предохранители

+силовые выключатели

переключатели

**Рубильник - это коммутационный аппарат, предназначенный для:**

управления и защиты от перегрузок электрической цепи постоянного и переменного тока

автоматического отключения и включения цепи постоянного и переменного тока  
переключения электрической цепи постоянного и переменного тока  
+ ручного отключения и включения цепи постоянного и переменного тока с токами до номинального

**Расцепители являются основными элементами конструкции:**

рубильников  
переключателей  
контакторов  
+автоматических воздушных выключателей

**Контактор - это коммутационный аппарат, предназначенный для:**

управления и защиты от перегрузок электрической цепи постоянного и переменного тока  
автоматического отключения цепи постоянного тока в ненормальных режимах  
+частых (до 600-1500 раз/час) коммутаций электрической цепи постоянного и переменного тока в нормальных режимах  
ручного отключения и включения цепи постоянного и переменного тока с токами до номинального

**Магнитные пускатели предназначены для:**

ручного отключения и включения цепи постоянного и переменного тока с токами до номинального  
управления электродвигателями в нормальном режиме  
+ автоматического отключения и включения цепи постоянного и переменного тока в нормальных режимах  
управления электродвигателями в нормальном режиме и защиты их от перегрузки

**Разъединитель – это:**

контактный коммутационный аппарат, предназначенный для включения и отключения токов в любых режимах  
коммутационный аппарат, предназначенный для включения и отключения цепи в аварийных режимах  
контактный аппарат, предназначенный для реверсивного пуска двигателей  
+контактный коммутационный аппарат, предназначенный для включения и отключения цепи без тока или с незначительным током

**Конструктивно отсутствуют разъединители:**

подвесного типа  
горизонтально-поворотного типа  
катящего типа  
+вакуумного типа

**Для сборных шин и ошиновок ГРУ применяются:**

жесткие стальные шины  
+жесткие алюминиевые шины  
гибкие алюминиевые провода  
гибкие стальные провода

**Трансформаторы тока не выбирают по следующему условию:**

классу точности  
вторичной нагрузке  
напряжению

+ отключающей способности

**Способы гашения электрической дуги, используемые в аппаратах до 1000 В:**

гашение дуги в газах высокого давления, движение дуги в магнитном поле, удлинение дуги  
гашение дуги в вакууме, удлинение дуги, движение дуги в магнитном поле  
деление длинной дуги на ряд коротких, гашение дуги в масле, удлинение дуга  
+удлинение дуги, движение дуги в магнитном поле, деление длинной дуги на ряд коротких,  
гашение дуги в узких щелях

**Для гашения электрической дуги в аппаратах до и выше 1000 В используется гашение в:**

элегазе  
масле  
вакууме  
+ узких щелях, удлинение дуги

**Для гашения электрической дуги в выключателях нагрузки типа ВН-16, УСП-35У используется:**

затягивание электрической дуги в узкие щели  
газ под давлением, постоянно находящийся в дугогасительной камере  
вращение дуги в поле постоянных магнитов, встроенных в подвижные и неподвижные контакты  
+газ, выделяющийся в дугогасительной камере в момент горения электрической дуги

**Трансформаторы тока предназначены для:**

преобразования первичного тока до значений, наиболее удобных для измерительных приборов  
преобразования тока в первичных цепях  
+ преобразования первичного тока до стандартных величин и для отделения первичных цепей от вторичных  
выравнивания переменного тока

**Коэффициент трансформации трансформатора тока определяется по формуле:**

$$+K = \frac{I_1}{I_2}$$

$$K = \frac{I_2}{I_1}$$

$$K = \frac{U_1}{U_2}$$

$$K = \frac{U_2}{U_1}$$

$$K = \frac{I_1}{U_2}$$

**Напряжение на зажимах обмотки НН, соединенной по схеме разомкнутого треугольника, трансформатора напряжения НТМИ в нормальном режиме составляет:**

$$+ 0$$
$$\frac{U_0}{\sqrt{3}}$$

$$U_0$$
$$\sqrt{3}U_0$$
$$3U_0$$

**Трансформаторы напряжения с масляной изоляцией применяются на напряжение:**

от 6 кВ до 110 кВ

от 35 кВ до 500 кВ

от 1 кВ до 10 кВ

+от 6 кВ до 1150 кВ

**Согласно ПУЭ, на термическую стойкость при к.з. не проверяются:**

+трансформаторы напряжения

жесткие шины

трансформаторы тока

разъединители

**Коэффициент трансформации трансформатора напряжения определяется:**

$$K_u = \frac{U_{2\text{НОМ}}}{U_{1\text{НОМ}}} K_T$$

$$K_u = \frac{U_{1\text{НОМ}}}{U_{2\text{НОМ}}} K_T$$

$$+K_u = \frac{U_{1\text{НОМ}}}{U_{2\text{НОМ}}}$$

$$K_u = \frac{U_{2\text{ном}}}{U_{1\text{ном}}}$$

$$K_i = \frac{I_{2\text{ном}}}{I_{1\text{ном}}}$$

**Система охлаждения трансформатора ТДТН:**

естественное масляное охлаждение  
 масляное охлаждение с дутьем и принудительной циркуляцией масла  
 естественное воздушное охлаждение  
 +масляное охлаждение с дутьем и естественной циркуляцией масла

**Устройство РПН применяется на трансформаторах с целью:**

регулирования напряжения в режимах холостого хода  
 напряжения со стороны питающей линии  
 сезонного регулирования напряжения  
 + суточного регулирования напряжения

**Устройство ПБВ применяется на трансформаторах с целью:**

восстановления в работе трансформатора при отключении питающей линии  
 регулирования напряжения в аварийных ситуациях  
 суточного регулирования напряжения  
 +сезонного регулирования напряжения

**Нейтралью электроустановок называется общая точка обмоток:**

генераторов и трансформаторов, соединенных в треугольник  
 +основного электрооборудования, соединенного в звезду  
 генератора, соединенных в звезду  
 основного электрооборудования, соединенного в треугольник

**Электрические сети называются «сетями с большими токами замыкания на землю», если при замыкании одной фазы на землю токи составляют более:**

20 А  
 200 А  
 +10 А  
 500 А

**Какие трансформаторы используют для питания электроэнергией жилых помещений?**

+силовые  
 измерительные  
 специальные  
 как измерительные, так и специальные

**Какие трансформаторы имеют большую силу тока при относительно малом напряжении?**

- + силовые
- измерительные
- специальные
- разделительные

**Какие трансформаторы изображены на рисунках?**



Рис. 1



Рис. 2

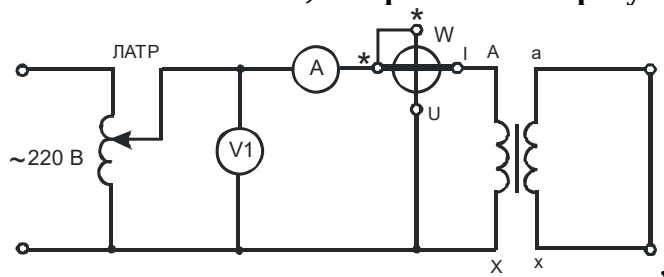
оба – стержневого типа

оба – броневые типа.

+ рис. 1 – стержневого типа; рис. 2 – броневые типа

рис. 1 – броневые типа; рис. 2 – стержневого типа

**На основании схемы, изображенной на рисунке**



**можно определить**

+ электрические потери трансформатора

магнитные потери трансформатора

как электрические, так и магнитные потери трансформатора

механические потери

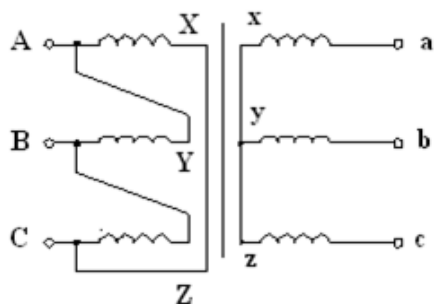
**Если число витков первичной обмотки  $w_1 = 1000$ , а число витков вторичной обмотки  $w_2 = 200$ , то коэффициент трансформации составит:**

800

+5

1200

0,2



**На рисунке**

звезда / звезда

+ треугольник / звезда

звезда / зигзаг

звезда / звезда с нулем

**изображена схема соединения:**

**Нельзя подключать к трансформатору напряжения:**

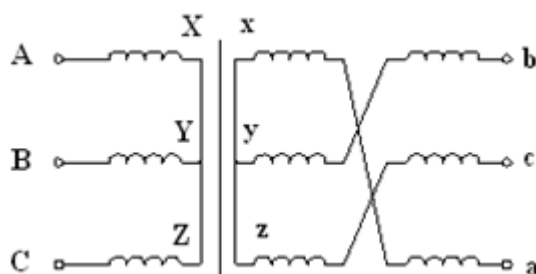
- вольтметр
- +амперметр
- обмотку напряжения фазометра
- частотомер

**Разделительные трансформаторы применяются для:**

- +питания потребителей
- расширения пределов измерения измерительных приборов
- гальванической развязки между первичной и вторичной цепями
- сварочных работ

**Выражение Y/Δ означает, что:**

- +обмотки ВН трансформатора соединены в звезду, а обмотки НН – в треугольник
- обмотки НН трансформатора соединены в звезду, а обмотки ВН – в треугольник
- обмотки ВН трансформатора соединены в зигзаг, а обмотки НН – в треугольник
- обмотки ВН трансформатора соединены в треугольник, а обмотки НН – в треугольник



**На рисунке трансформатора:** изображена схема соединения обмоток

- звезда – звезда
- звезда – треугольник
- +звезда – зигзаг
- звезда – звезда с нулем

Укажите формулу коэффициента трансформации:

$$n = \frac{E_2}{E_1}$$

$$n = \frac{w_1}{w_2}$$

$$n = \frac{P_1}{P_2}$$

$$n = \frac{P_2}{P_1}$$

Мощность автотрансформатора, передаваемая из первичной обмотки во вторичную, называется:

расчетной

+проходной

магнитных потерь

мощностью холостого хода

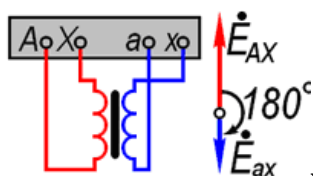
Коэффициент мощности при коротком замыкании трансформатора определяется по формуле:

$$\cos \varphi_k = \frac{P_k}{U_k I_k}$$

$$\cos \varphi_0 = \frac{P_k}{U_k I_k}$$

$$\cos \varphi_0 = \frac{P_1}{U_1 I_1}$$

$$P = U \cdot I$$



На рисунке

изображен трансформатор с группой соединения:

0

5

+6

8



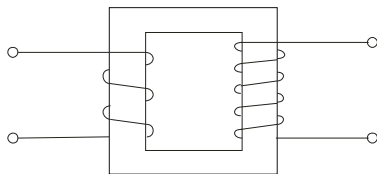
**В принципе действия трансформатора лежит закон:**

+электромагнитной индукции

Ампера

Джоуля-Ленца

Ома



**На рисунке**

+повышающего  
понижающего  
разделительного  
сварочного

**показана схема трансформатора:**

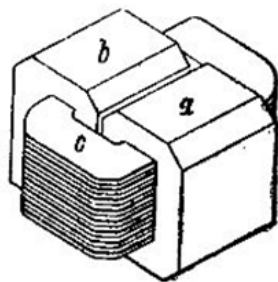
**Трансформаторы тока (ТТ) и трансформаторы напряжения (ТН) не работают в режиме:**

ТТ в режиме короткого замыкания

+ТТ в режиме холостого хода

ТН в режиме холостого хода

ответы 1 и 2

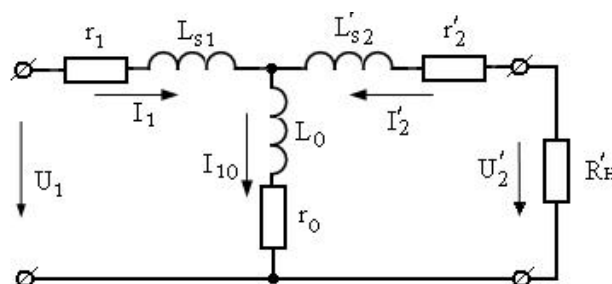


**Изображенный на рисунке**

+броневым  
стержневым  
бронестержневым

на рисунке изображен не трансформатор, а дроссель

**трансформатор является:**



**На рисунке изображена схема трансформатора для режима:**

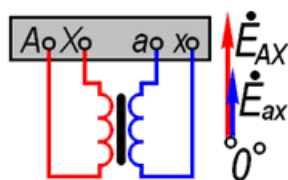
холостого хода

короткого замыкания

+рабочего

аварийного

**замещения**



**На рисунке**

**изображен трансформатор с группой соединения обмоток:**

+0  
6  
8  
10

### Вопросы для собеседования

1. Почему все сопротивления, участвующие в расчете токов КЗ, при определении их в Омах должны быть отнесены к единому (базисному) напряжению?
2. Как определить базисные сопротивления системы, генератора, трансформатора, реактора, линии?
3. Назовите все применяемые при расчетах токов КЗ средние номинальные напряжения.
4. Как следует понимать выражение «результатирующее сопротивление в данной точке КЗ»?
5. Почему при определении тока КЗ при трехфазном КЗ берется  $U_{\phi}$  и результирующее сопротивление одной фазы?
6. Как следует понимать выражение «система бесконечной мощности»? Каковы основные параметры такой системы?
7. Почему, помимо периодической составляющей тока КЗ, возникает аperiodическая составляющая тока КЗ?
8. Что понимают под относительным током КЗ и какое практическое значение он имеет
9. Какое влияние на ход процесса КЗ оказывает автоматическое регулирование возбуждения (АРВ)?
10. Как от сопротивления в Омах перейти к относительному расчетному сопротивлению?
11. Каков порядок расчета токов КЗ?
12. Каков порядок расчета токов КЗ при двухфазном КЗ?
13. В каких случаях расчет токов КЗ следует производить по отдельным генерирующим цепям?
14. В каких случаях расчет токов КЗ рекомендуется производить по общему результирующему сопротивлению?
15. Как выбирают номинальный ток и индуктивное сопротивление секционных реакторов?
16. С какой целью в линиях кВ, отходящих с шин станций или подстанций, устанавливают линейные реакторы?

17. Какое влияние оказывают асинхронные двигатели на величину тока КЗ на сборных шинах собственных нужд станций?
18. Как определить суммарный номинальный ток электродвигателей собственных нужд, присоединяемых к данному трансформатору собственных нужд?
19. Какая разница между падением и потерей напряжения в реакторе? Как связаны между собой эти величины?
20. Как измерить потерю и падение напряжения в реакторе действующей установки?
21. За счет чего создается остаточное напряжение на шинах станций или подстанций при коротком замыкании в реактированной линии за реактором?
22. Как определить остаточное напряжение на шинах? Какова должна быть его минимальная величина? В чем заключается роль остаточного напряжения?
23. Где применяют сдвоенные реакторы?
24. Какой режим работы трансформаторов на понизительных подстанциях способствует снижению величины тока КЗ и почему?
25. Почему две параллельные реактированные линии 6...10 кВ работают, как правило, на приемном конце отдельно, на разные секции?
26. Чем объясняется механическое взаимодействие проводников при прохождении по ним тока?
27. В каких случаях для шин применяют пакеты из нескольких полос? Чем различаются условия работы при КЗ полосы, находящейся в пакете, и отдельной полосы на фазу?
28. Каким образом можно уменьшить усилие от взаимодействия полос пакета между собой?
29. Какие температуры нагрева допускаются для голых шин и бронированных кабелей при нормальном режиме работы?
30. Какой нагрев шин и кабелей допускается при КЗ?
31. Что такое Вк? Для чего и как определяют его значение?
32. Как определить минимальное сечение проводника, допускаемое с точки зрения нагрева при КЗ?
33. По каким основным параметрам выбираются следующие токоведущие части: жесткие шины, гибкие шины, кабели, подвесные гибкие токопроводы?
34. Какова цель выбора проводников по экономической плотности тока?
35. В каких цепях не производится выбор проводников по экономической плотности тока и почему?
36. В чем заключается особенность механического расчета двухполосных и трехполосных шин?
37. Как должны быть установлены шины на изоляторах?
38. По каким параметрам выбирают опорные изоляторы?
39. В чем заключается явление короны на проводах? Почему следует избегать короны?
40. Как производится проверка проводов на корону при одном проводе и при расщепленных проводах?

Таблица 1.3 – **Критерии оценки сформированности компетенций**

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)		
	на базовом уровне	на повышенном уровне	
	соответствует оценке «удовлетворительно» 50-64% от максимального балла	соответствует оценке «хорошо» 65-85% от максимального балла	соответствует оценке «отлично» 86-100% от максимального балла
ИД-1ПКос-1 Осуществляет мониторинг технического	Студент, в основном, знает электрические аппараты и проводники, входящие в состав	Студент хорошо знает электрические аппараты и проводники, входящие в состав электро-	Студент отлично знает электрические аппараты и проводники, применяемые на электростанциях и

состояния оборудования подстанций электрических сетей	электростанций и подстанций. Ориентируется в теории нагрева проводников и аппаратов в продолжительных режимах и при коротких замыканиях. Имеет представление о нагрузочной способности изолированных и неизолированных проводников. Владеет общими знаниями о термической и электродинамической стойкости проводников и аппаратов. Может осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций и электрических сетей	станций и подстанций. Уверенно ориентируется в теории нагрева проводников и аппаратов в продолжительных режимах и при коротких замыканиях. Имеет достаточно глубокое представление о нагрузочной способности изолированных и неизолированных проводников. Владеет широкими знаниями о термической и электродинамической стойкости проводников и аппаратов. Может самостоятельно осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций и электрических сетей	подстанциях. Имеет достаточно глубокие знания, чтобы самостоятельно производить расчёты, пользуясь теорией нагрева проводников и аппаратов в продолжительных режимах и при коротких замыканиях. Уверенно ориентируется в понятиях нагрузочной способности изолированных и неизолированных проводников. Владеет широкими знаниями о термической и электродинамической стойкости проводников и аппаратов и может применять их по мере необходимости. Безусловно, может осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций и электрических сетей
---	---	--	---

### Модуль 3

#### Тема 3. Коммутационные аппараты

##### Тестирование по модулю 3

*Выберите один правильный вариант ответа и нажмите кнопку «Далее»*

**В предохранителях с разборными патронами типа ПР плавкие вставки могут быть выполнены из:**

- меди и цинка
- меди и алюминия
- серебра и алюминия
- +цинка и свинца

**Короткозамыкатель - это коммутационный аппарат:**

- предназначенный для отключения электрической цепи в ненормальных режимах работы трансформатора
- +предназначенный для создания искусственного короткого замыкания в цепи трансформатора при витковом замыкании внутри трансформатора с целью его дальнейшего отключения с самовозвратом, предназначенный для создания искусственного короткого замыкания при витковом коротком замыкании
- предназначенный для управления электрической цепью при коротких замыканиях

**Отделители предназначены для:**

- ручного отключения обесточенных цепей
- ручного отключения цепей под нагрузкой

+ автоматического отключения обесточенных цепей  
автоматического отключения цепей под нагрузкой

**Отделитель от разъединителя отличается:**

габаритами  
способом гашения дуги  
контактной системой  
+приводом

**Токоограничивающим свойством обладают электрические аппараты:**

разъединители  
+предохранители  
контакторы  
силовые выключатели

**В предохранителях ПК ребристый керамический сердечник предусматривается для:**

обеспечения механической прочности корпуса предохранителя  
+обеспечения электродинамической прочности при коротком замыкании  
обеспечения механической прочности вставки при токах до 50 А  
ограничения коммутационных перенапряжений

**В предохранителях типа ПВТ для гашения электрической дуги, образовавшейся после расплавления вставок, используются:**

деление дуги на ряд коротких с одновременным удлинением дуги  
+давление инертного газа в трубке предохранителя  
деление дуги на ряд коротких дуг  
удлинение дуги, которому способствует особая конструкция плавкой вставки

**Для снижения температуры плавления вставки в предохранителях с наполнителем используется:**

+металлургический эффект - на полоски меди напаяны шарики олова  
прорези, уменьшающие сечение  
пластины переменного сечения  
наполнитель, который при гашении дуги окисляется (реакция протекает с поглощением энергии)

**Выкатная тележка КРУ может занимать положение:**

рабочее, испытательное и отключенное  
ремонтное и испытательное  
рабочее и ремонтное  
+рабочее, испытательное и ремонтное

**Причиной взрыва масляных выключателей является:**

перенапряжение на выводах выключателя  
высокая температура окружающей среды  
коммутационные перенапряжения  
+низкий уровень масла в баке

**Баки (горшки) малообъемных масляных выключателей типа МГТ окрашиваются в красный цвет для предупреждения о том, что:**

выключатель взрывоопасен  
+выключатель пожароопасен  
внутри горшка повышенное давление

горшок находится под напряжением

**Подогрев в баках многообъемных масляных выключателей предусмотрен для:**

+сохранения скорости движения контактов при низких температурах, когда вязкость масла увеличивается

исключения сильного охлаждения бака выключателя

подогрева контактов выключателя с целью исключения появления масляной пленки

обеспечения работы привода выключателя

**Непрерывная продувка у воздушных выключателей выполнена для:**

охлаждения дуги и удаления продуктов горения

+ исключения увлажнения внутренней полости изоляторов, гасительной камеры и отделителя, которое может образоваться из-за выпадения росы при охлаждении окружающего воздуха

обеспечения быстрого действия выключателей

более точной регулировки давления воздуха (сброс лишнего воздуха), обеспечивающей надежную работу выключателя

**Недостатком баковых выключателей является:**

взрывоопасность, большая масса, необходимость контроля уровня и состояния масла, сложность конструкции

пожароопасность, большой объем масла, сложность конструкции, трудность транспортировки

+пожаро- и взрывоопасность, большой объем масла, необходимость контроля уровня и состояния масла, неудобство транспортировки, монтажа и наладки

пожаро- и взрывоопасность, большой объем масла, низкая отключающая способность

**Недостатком вакуумных выключателей является:**

отсутствие шума при операциях

низкая надежность

загрязнение окружающей среды

+возможность коммутационных перенапряжений

**Недостатками электромагнитных выключателей являются:**

пожаро - и взрывоопасность

большой износ дугогасительных контактов

непригодность для работы в условиях частых включений и отключений

+сложность конструкции дугогасителя с системой магнитного дутья

**Вопросы для собеседования**

1. Какова причина образования электрической дуги при разрыве цепи, обтекаемой током?
2. Объяснить механизм ударной и термической ионизации.
3. В чем заключается разница между горением дуги и химическим горением?
4. Какие существуют два основных вида деионизации и в чем они состоят?
5. Какие меры применяют для усиления обоих видов деионизации?
6. Как распределяется падение напряжения вдоль дуги? Чем характеризуется катодное и анодное падения напряжения и падение напряжения в столбе дуги?
7. Объяснить процесс гашения дуги в выключателе по упрощенной осциллограмме.
8. Какие аппараты относятся к аппаратам до 1000 В?
9. Для чего патроны предохранителей заполняют кварцевым песком?
10. Какими расцепителями снабжаются автоматы?
11. В чем состоит назначение контакторов и пускателей?

12. В каких случаях разрешается производить операции с разъединителями?
13. Как устроены предохранители ПК и ПКТ?
14. Почему выключатели нагрузки допускают отключение только рабочих токов цепи?
15. Чем отличается отделитель от разъединителя?
16. Чем отличается отделитель от короткозамыкателя? Почему короткозамыкатели в системах 110 кВ и выше выполняются однополюсными, а в системах 35 кВ – двухполюсными?
17. Какие типы многообъемных выключателей известны?
18. Какие причины взрыва многообъемных выключателей на напряжение кВ?
19. Как устроена гасительная камера выключателей серии У-220?
20. Из каких основных элементов состоит электромагнитный привод выключателя?
21. Объяснить работу схемы пружинно-грузового привода.
22. Почему рабочий бак выключателей ВМГ-10 разрезается вдоль и заваривается латунным швом?
23. Как происходит процесс отключения в выключателе типа МГГ-10? Почему сначала расходятся рабочие, а потом дугогасительные контакты?
24. Устройство выключателей ВМТ-110 и ВМТ-220.
25. За счет чего увеличена отключающая способность выключателей серии У-110? У-220?
26. Каковы положительные стороны малообъемных масляных выключателей по сравнению с многообъемными?
27. Как осуществляется получение сжатого воздуха для питания воздушных выключателей?
28. Объяснить работу дугогасительной камеры выключателя ВВН-110 с воздушнонаполненным отделителем.
29. Функции отделителя в воздушных выключателях и их устройство.
30. Модульный принцип выполнения воздушных выключателей. Как его понимать?
31. Сколько модулей в выключателях ВВБ-500 и ВВБК-500?
32. Электротехнический газ (элегаз). Его применение в выключателях.
33. Вакуумные выключатели. Устройство дугогасительной камеры КДВ.

Таблица 1.4 – Критерии оценки сформированности компетенций

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)		
	на базовом уровне	на повышенном уровне	
	соответствует оценке «удовлетворительно» 50-64% от максимального балла	соответствует оценке «хорошо» 65-85% от максимального балла	соответствует оценке «отлично» 86-100% от максимального балла
ИД-1 <sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей	Студент, в основном, знает коммутационные аппараты, входящие в состав электростанций и подстанций. Ориентируется в их конструкциях и параметрах. Имеет представление о выборе и проверке коммутационных аппаратов. Владеет общими знаниями о дуге в коммутационных аппаратах. Называет основные способы гашения дуги. Может осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций и электрических сетей	Студент хорошо знает коммутационные аппараты, входящие в состав электростанций и подстанций. Свободно ориентируется в их конструкциях и параметрах. Называет функциональные отличия выключателей, разъединителей выключателей нагрузки, автоматических выключателей, контакторов и плавких предохранителей. Знает теорию выбора и проверки коммутационных аппаратов. Владеет знаниями о дуге в коммутационных аппаратах и способах её гашения. Может самостоятельно осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций и электрических сетей	Студент отлично знает коммутационные аппараты, входящие в состав электростанций и подстанций. Безусловно, ориентируется в их конструкциях и параметрах. Безошибочно называет функциональные отличия выключателей, разъединителей выключателей нагрузки, автоматических выключателей, контакторов и плавких предохранителей. Знает и может пользоваться теорией выбора и проверки коммутационных аппаратов. Владеет навыками расшифровки осциллограмм процесса отключения. Приводит в ответах понятия и определения дуги в коммутационных аппаратах и способы её гашения. С высокой степенью самостоятельности способен осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций и электрических сетей



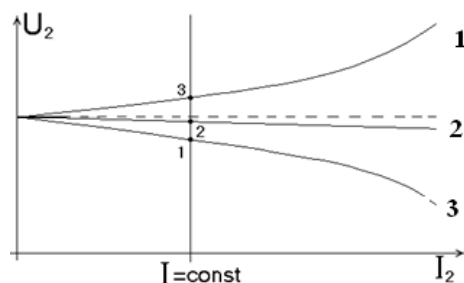
## Модуль 4

### Тема 4 Трансформаторы и автотрансформаторы

### Тема 5 Схемы электрических соединений электростанций и подстанций

#### Тестирование по модулю 4

Выберите один правильный вариант ответа и нажмите кнопку «Далее»



характер

**На внешней характеристике трансформатора нагрузки обозначен:**

- 1- активно-индуктивная, 2 – активно-емкостная, 3 – активная
- 1 – активно-емкостная, 2 – активная, 3 – активно-индуктивная
- 1 – активная, 2 – активно-индуктивная, 3 – активно-емкостная
- +1 – активно-емкостная, 2 – активно-индуктивная, 3 – активная

**Обрыв вторичной цепи трансформатора тока приводит к:**

- номинальному режиму
- краткому замыканию
- понижению напряжения
- + повреждению магнитопровода

**На стержне в чередующемся порядке располагают обмотки:**

- концентрические
- + дисковые
- комбинированные
- тороидальные

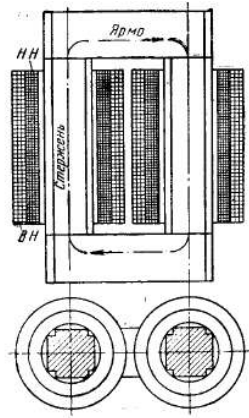
**Напряжение на вторичной обмотке трансформатора при холостом ходе равно:**

$$U_{20} = 0$$

$$+ U_{20} = U_{2H}$$

$$U_{20} = (0,03...0,1)U_{2H}$$

$$U_{20} = (0,03...0,5)U_{2H}$$



На рисунке изображен трансформатор:  
 броневой  
 + стержневой  
 бронестержневой  
 тороидальный

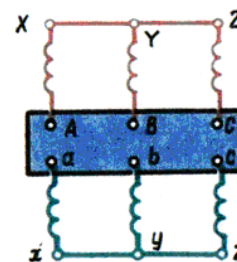
Трансформаторное масло в мощных трансформаторах применяют для:  
 смазки частей трансформатора  
 охлаждения трансформатора  
 изоляции обмоток друг от друга  
 + как для охлаждения трансформатора, так и изоляции обмоток друг от друга

Выражение  $S_{расч} = U_2 I_{12}$  справедливо для:

сварочного трансформатора  
 силового трансформатора  
 измерительного трансформатора  
 + автотрансформатора

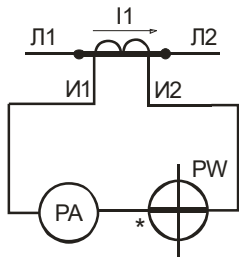
Для чего магнитопровод трансформатора служит для:

конструктивной жесткости трансформатора  
 передачи тока  
 + передачи магнитного потока  
 передачи напряжения



Трансформатор, изображенный на рисунке, относится к группе соединения:

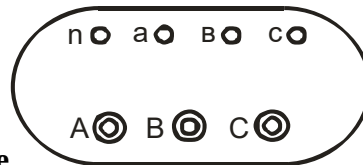
- +0
- 6
- 12
- 8



**На рисунке изображен:**  
 измерительный трансформатор напряжения  
 + измерительный трансформатор тока  
 согласующий трансформатор  
 разделительный трансформатор

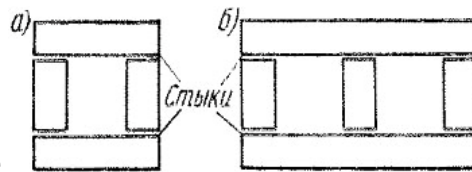
**Нельзя подключать к трансформатору напряжения:**  
 + токовую обмотку фазометра  
 обмотку напряжения ваттметра  
 реле напряжения  
 параллельную цепь индукционного счетчика

**К ферромагнитным материалам относится:**  
 алюминий  
 электротехническая медь  
 + электротехническая сталь  
 чугун

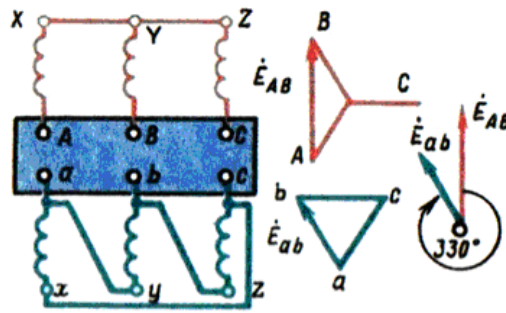


**Если трансформатор, изображенный на рисунке к питающей сети должны быть подсоединены клеммы:** , понижающий, то

- п, а, в, с
- а, в, с
- +А, В, С
- А, А, А, N



**Изображенный на рисунке магнитопровод является:**  
 шихтованным  
 + стыковым  
 комбинированным  
 дисковым



Изображенный на рисунке группа соединения:

трансформатор относится к

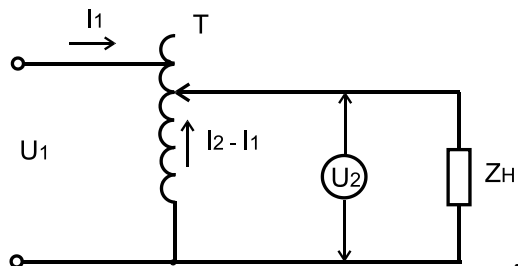
- 0
- 6
- +11
- 5

Выражение  $I_{12} = I_2 - I_1$  справедливо для:

- повышающего силового трансформатора
- измерительного трансформатора напряжения
- +автотрансформатора
- разделительного трансформатора

Частота переменного тока при трансформации напряжения:

- изменяется
- +не изменяется
- изменяется незначительно
- изменяется значительно



Напряжение  $U_1$ , подаваемое на устройство , равно 220 В.

Выходное напряжение  $U_2$  равно:

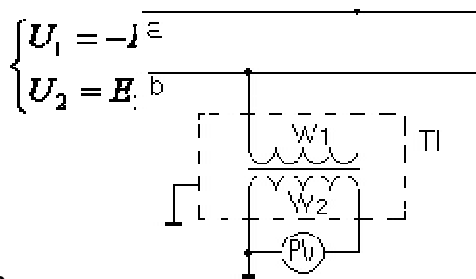
- 220 В
- 127 В
- 0..127 В
- +0..240 В

Целесообразно: а) передавать электроэнергию; б) потреблять электроэнергию на напряжении:

- а) низком; б) высоком
- +а) высоком; б) номинальном
- а) высоком; б) высоком
- а) низком; б) низком

Магнитопровод трехфазного трансформатора должен иметь стержней:

- один
- два
- +три
- один тороид



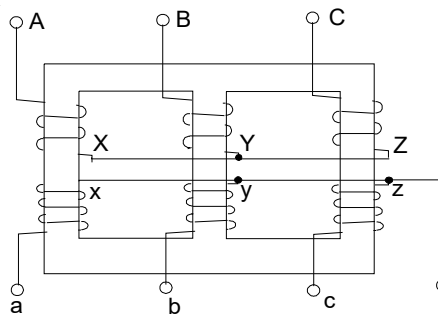
На рисунке

изображен:

- +измерительный трансформатор тока
- +измерительный трансформатор напряжения
- сварочный трансформатор
- силовой однофазный трансформатор

**Опыт холостого хода трансформатора проводится при:**

- разомкнутой вторичной обмотке и пониженном напряжении на первичной обмотке
- +разомкнутой вторичной обмотке и номинальном напряжении на первичной обмотке
- замкнутой накоротко вторичной обмотке и номинальных токах
- при отключенном трансформаторе



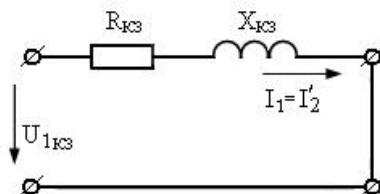
Изображенный на рисунке имеет соединение обмоток:

трехфазный трансформатор

- звезда / зигзаг
- звезда / звезда
- звезда / треугольник
- +звезда / звезда с нулем

**Трансформатор тока и трансформатор напряжения рассчитаны на режимы работы:**

- +трансформатор напряжения – на холостой ход, трансформатор тока – на короткое замыкание
- трансформатор напряжения на короткое замыкание, трансформатор тока – на холостой ход
- это зависит от подключенного прибора
- верны ответы 1 и 3



Эквивалентная схема для режима:

замещения трансформатора изображена

- холостого хода
- +короткого замыкания
- рабочего
- схема не имеет отношения к трансформатору

**Магнитопровод трансформатора изготавливается из:**

чугуна  
меди  
алюминия  
+электротехнической стали

**Горизонтальная часть магнитопровода трансформатора называется:**

стержнем  
+ярмом  
бандажом  
стяжкой

**Обмотки трехфазных трансформаторов бывают:**

+концентрическими  
волновыми  
винтовыми  
транспонированными

**Между напряжением на обмотках трансформатора и их числом витков имеется связь:**

+прямая  
обратная  
напряжение на обмотках не зависит от числа витков обмоток  
квадратичная

**Активная мощность, потребляемая трансформатором при холостом ходе равна:**

+мощности потерь в стали сердечника  
номинальной мощности трансформатора  
нулю  
минимальной мощности

**Автотрансформатор от обычного трансформатора принципиально отличается:**

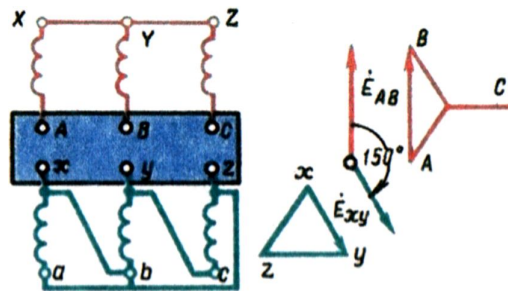
малым коэффициентом трансформации  
возможностью изменения коэффициента трансформации  
электрическим соединением первичной и вторичной цепей  
+всеми указанными выше признаками

**У современных силовых трансформаторов КПД составляет:**

+99%  
50%  
100%  
75%

**Автотрансформатор, по сравнению с обычным трансформатором равной мощности, имеет следующее преимущество:**

+более высокий КПД  
повышенная электробезопасность  
большой срок службы  
переменный коэффициент трансформации



Изображенный на рисунке соединения:

трансформатор имеет группу

- 0
- 6
- +5
- 11

У силового однофазного трансформатора номинальное напряжение на входе 6000 В, на выходе 100 В. Определить коэффициент трансформации.

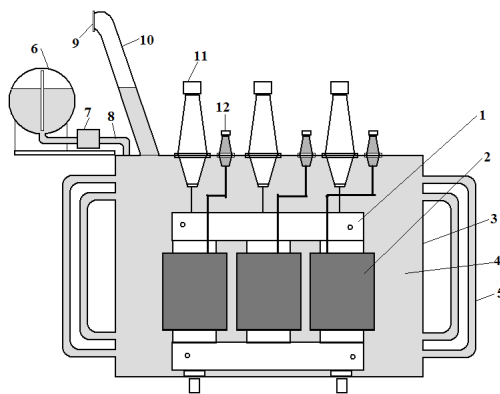
- +60
- 6
- 0,016
- 600

Один и тот же трансформатор использовать как повышающий, так и понижающий:

- нельзя
- +можно
- можно в определенных случаях
- категорически нельзя

Напряжение сети, в которую можно включить однофазный трансформатор со вторичным напряжением 400 В и коэффициентом трансформации 15,75, равно:

- 24 В
- +6300 В
- 220 В
- 380 В



Изображенный на рисунке охлаждения:

трансформатор имеет

- элегазовое
- воздушное
- +масляное
- водородное

Сердечник трансформатора изготавливается из изолированных друг от друга листов электротехнической стали с целью:

повышения механической прочности сердечника  
упрощения технологии изготовления  
+уменьшения нагрева сердечника  
уменьшения магнитного потока рассеяния

**Магнитные потери в трансформаторе зависят от:**

магнитной индукции  
конструкции магнитопровода  
частоты тока  
+всех перечисленных выше факторов

**Электрическая энергия при передаче от места выработки до места потребления трансформируется:**

1 раз  
2 раза  
3 раза  
+количество определяется расстоянием от генератора до потребителя

**Формула  $I_1 W_1 + I_2 W_2 = I_{1c} W_1$  справедлива для трансформатора:**

двухобмоточного  
трехобмоточного  
трехфазного т  
+верны ответы 1 и 3

**Нельзя подключать к измерительному трансформатору тока:**

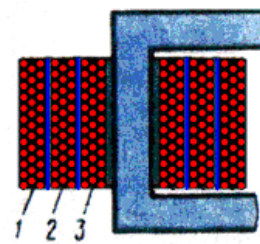
амперметр  
реле с малым входным сопротивлением  
+вольтметр  
частотомер

**трансформаторы рассчитаны на режимы работы 1) напряжения, 2) тока:**

+1) холостой ход 2) короткое замыкание  
1) короткое замыкание 2) холостой ход  
оба на режим короткого замыкания  
оба на режим холостого хода

**К энергетическим показателям трансформатора относится:**

+КПД  
номинальная мощность  
номинальное напряжение  
частота тока



**Первичной обмоткой у трехобмоточного трансформатора**

+1  
2  
3

**является:**



1 и 2

**Трансформатор – это аппарат:**

повышающий мощность  
+повышающий и понижающий напряжение  
изменяющий частоту тока  
преобразующий переменный ток в постоянный

**Коэффициент полезного действия трансформатора определяется по формуле:**

$$\eta = \frac{P_1}{P_2}$$

$$+ \eta = \frac{P_2}{P_1}$$

$$\eta = \frac{P_1 + P_2}{P_2}$$

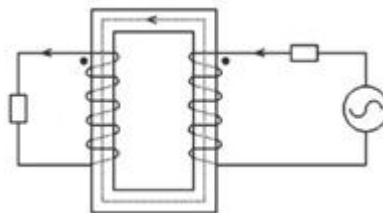
$$\eta = \frac{P_1}{P_1}$$

**Магнитные потери  $P_m$  трансформатора включают в себя потери:**

+ от гистерезиса и вихревых токов  
от протекания по проводам электрического тока  
механические  
все вышеуказанные

**Для безопасности работы измерительных трансформаторов тока и напряжения их вторичные обмотки:**

выполняют многосекционными  
соединяют последовательно  
соединяют параллельно  
+заземляют



**Изображенный на рисунке**

броневым  
+стержневым  
бронестержневым  
тороидальным

**трансформатор является:**

**Для исследования характеристик трансформатора используют:**

рабочий режим  
режим холостого хода  
режим короткого замыкания  
+все указанные выше режимы

В суммарные потери трансформатора  $\sum P$  не входят:

$$P_m$$

$$P_0$$

$$P_1$$

$$+ P_2$$

К измерительному трансформатору напряжения нельзя подключать устройства:

вольтметры, обмотки напряжения ваттметров, высокоомные обмотки реле

+ амперметры, токовые обмотки ваттметров, низкоомные обмотки реле

датчики с высоким входным сопротивлением

все ответы верны

Если  $w_1$  – число витков первичной обмотки, а  $w_2$  – число витков вторичной обмотки, то коэффициент трансформации трансформатора определяется по формуле:

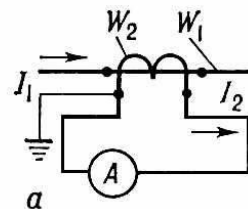
$$K = \frac{w_2}{w_1}$$

$$K = w_1 - w_2$$

$$K = \frac{w_1}{w_2}$$

+

$$K = w_1 + w_2$$



В измерительной цепи с трансформатором тока амперметр показывает 3А. Коэффициент трансформации трансформатора – 20. Ток в первичной цепи:

600 А

6000 А

+60 А

6 А

В основе принципа действия трансформатора лежит физический закон:

Ома

первый закон Кирхгофа

второй закон Кирхгофа

+электромагнитной индукции

На стержне в чередующемся порядке располагают обмотки:

дисковые

+концентрические

комбинированные

винтовые

## **По конструкциям магнитопровода классифицируются трансформаторы:**

+стержневым, бронестержневым  
трехфазным, однофазным  
броневым, трехфазным  
вихревым, однофазным

## **Вопросы для собеседования**

1. Какие последствия вызовет разрыв вторичной цепи трансформатора тока, если первичная обмотка его обтекает током?
2. Где располагают трансформаторы тока, встроенные в силовые трансформаторы и выключатели?
3. Объяснить принцип устройства каскадных трансформаторов тока.
4. Схемы включения трансформаторов тока.
5. Отличие трансформаторов НОМ от ЗНОМ.
6. Почему для контроля изоляции применяют пятистержневые трансформаторы напряжения или группу из трех однофазных трансформаторов?
7. Устройство каскадного трансформатора напряжения.
8. Схемы включения трансформаторов напряжения.
9. Какие меры принимаются для защиты от перенапряжений в открытых РУ станций и подстанций?
10. Как осуществляется заземление разрядников, молниеотводов и тросов?
11. Устройство разрядников РВС, РВМГ.
12. По каким параметрам выбирают выключатели?
13. По каким параметрам выбирают разъединители?
14. По каким параметрам выбирают линейные реакторы?
15. По каким параметрам выбирают трансформаторы тока?
16. По каким параметрам выбирают трансформаторы напряжения?
17. Какие основные требования предъявляются к главным схемам электроустановок?
18. Указать, как изменится эксплуатационная характеристика схемы с одиночной системой шин при ее секционировании на две секции.
19. Какие могут быть режимы работы сборных шин при двойной системе шин?
20. Назовите назначение шиносоединительного выключателя.
21. Указать порядок операций при переводе с одной системы шин на другую при: а) освобождении рабочей шины для ревизии; б) переходе на режим с фиксированным присоединением цепей; в) КЗ на рабочих шинах.
22. Как выбирают число секций главного РУ на стороне 6...10 кВ?
23. Как выбирают число трансформаторов связи?
24. Почему трансформаторы связи следует присоединять к крайним секциям?
25. Указать особенность схемы кольца и ее применение.
26. Схемы мостиков.
27. Схемы многоугольников.
28. Назначение обходной системы шин.
29. Какие схемы применяют на РЭС?
30. Какие схемы применяют на ТЭЦ?
31. Перечислить условия, при которых возможно применение схем блоков генератор-трансформатор-линия.
32. Полуторная схема, ее применение.
33. Перечислить схемы, применяемые на районных подстанциях на стороне 35...220 кВ.
34. Перечислить схемы, применяемые на районных подстанциях на стороне 6...10 кВ.
35. Перечислить потребителей собственных нужд подстанций.

Таблица 1.5 – Критерии оценки сформированности компетенций

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)		
	на базовом уровне	на повышенном уровне	
	соответствует оценке «удовлетворительно» 50-64% от максимального балла	соответствует оценке «хорошо» 65-85% от максимального балла	соответствует оценке «отлично» 86-100% от максимального балла
ИД-1 <sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей	<p>Студент, в основном, знает трансформаторы, автотрансформаторы и схемы электрических соединений электростанций и подстанций. Ориентируется в их типах, конструкциях и параметрах. Имеет представление о выборе и проверке силовых трансформаторов или автотрансформаторов и выборе трансформаторов собственных нужд. Владеет общими знаниями о схемах электрических соединений электростанций и подстанций, их типами, принципах построения и классификации. Называет основные структурные составляющие схем собственных нужд и распределительных устройств электростанций и подстанций. Может осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций и электрических сетей</p>	<p>Студент хорошо знает применяемые трансформаторы, автотрансформаторы и схемы электрических соединений электростанций и подстанций. Свободно ориентируется в их типах, конструкциях и параметрах. Знает, как выбирать и проверять силовые трансформаторы или автотрансформаторы и трансформаторы собственных нужд. Владеет знаниями о схемах электрических соединений электростанций и подстанций, их типах, принципах построения и классификации. Безошибочно называет основные структурные составляющие схем собственных нужд и распределительных устройств электростанций и подстанций. Знает принципы классификации схем коммутации. Может самостоятельно осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций и</p>	<p>Студент отлично знает применяемые трансформаторы, автотрансформаторы и схемы электрических соединений электростанций и подстанций. Ориентируется в их типах, конструкциях, параметрах и способах охлаждения. Знает способы расчёта, выбора и проверки силовых трансформаторов или автотрансформаторов и трансформаторов собственных нужд. Владеет широкими знаниями о схемах электрических соединений электростанций и подстанций, их типами, принципами построения и классификацией. Безошибочно называет основные структурные составляющие схем собственных нужд, распределительных устройств и других основных составляющих электростанций и подстанций. Уверенно называет принципы классификации схем коммутации на электрических станциях и подстанциях. С высокой степенью самостоятельности способен осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций и</p>

		электрических сетей	электрических сетей
--	--	---------------------	---------------------

## Модуль 5

### Тема 6 Конструкции распределительных устройств Тема 7 Средства защиты от аварийных режимов

#### Тестирование по модулю 5

*Выберите один правильный вариант ответа и нажмите кнопку «Далее»*

**Наиболее часто в электроустановках встречается короткое замыкание:**

- двухфазное
- двухфазное, на землю через дугу
- трехфазное
- +однофазное

**К симметричным относится к.з.:**

- однофазное в сетях с заземленной нейтралью
- однофазное в сетях с изолированной нейтралью
- двухфазное в сетях с изолированной нейтралью
- +трехфазное в сетях с изолированной нейтралью

**Вид симметричного короткого замыкания:**

- двухфазное короткое замыкание
- +трехфазное короткое замыкание
- однофазное короткое замыкание

**Короткое замыкание в электроустановках сопровождается:**

- увеличением тока и сопротивлению
- понижением напряжение и увеличением сопротивлению
- понижением напряжение и уменьшением тока
- +понижением напряжение и увеличением тока

**Короткое замыкание сопровождается:**

- изменением напряжения в допустимых пределах и увеличение тока у потребителя
- резким повышением тока и напряжения на выходе генератора
- увеличением тока и сопротивлению, что вызывает повышенный нагрев
- +резким снижением напряжения вблизи места повреждения и увеличением тока

**К специальным техническим средствам для ограничения тока к.з. относятся:**

- АПВ на линиях
- трансформаторы с расщепленной обмоткой низкого напряжения
- дугогасящие реакторы
- +токоограничивающие реакторы

**Расчет токов к.з. для времени  $t > 0$  необходим для выбора:**

- силовых трансформаторов
- изоляторов
- + коммутационных аппаратов
- жестких шин

**Расчеты токов короткого замыкания выполняются для:**

- выбора схемы релейной защиты
- оценки электродинамического действия тока

+ выбора и проверки параметров электрооборудования, а также уставок релейной защиты оценки термического и электродинамического действия тока

### **Наибольший ток при трехфазном коротком замыкании в электрической сети:**

$I_p$   
 $i_a$   
 $I_{по}$   
 $+i_y$

### **Токи к.з. не ограничивает:**

секционирование  
применение БТУ  
установка реакторов  
+применение автотрансформатора

### **В отключающих аппаратах выше 1 кВ не применяется способ гашение дуги:**

в воздухе высокого давления  
+в элегазе высокого давления  
в вакууме  
удлинение дуги

### **Вопросы для собеседования**

1. Почему на напряжения 6...10 кВ применяют закрытые распределительные устройства?
2. Сколько ячеек занимает реактор с секционным выключателем?
3. Перечислить преимущества КРУ.
4. Чем отличается компоновка оборудования в шкафах КРУ и КРУН?
5. Где прокладывают контрольные кабели в РУ?
6. Схема заполнения РУ. С какой целью ее составляют?
7. Какие основные факторы определяют выбор типа закрытого РУ 6...10 кВ?
8. Как производится передвижение силовых трансформаторов с места установки в мастерскую?
9. Как и в каких случаях выполняются конструктивно подвесные гибкие токопроводы?
10. Указать преимущества и недостатки открытых и закрытых шинных мостов и область их применения.
11. Конструктивное исполнение элегазового КРУ.
12. Как выполнена компоновка ГРУ?
13. Как выполнена компоновка ЗРУ 10 кВ подстанций?
14. Начертите разрез по ячейке ЛЭП для ОРУ, выполненного по схеме с двумя системами шин и с третьей обходной системой шин.
15. Начертите разрез по ячейке трансформатора для ОРУ, выполненного по схеме с двумя системами шин и с третьей обходной системой шин.
16. Начертите разрез по ячейке обходного выключателя для ОРУ, выполненного по схеме с двумя системами шин и с третьей обходной системой шин.
17. Начертите разрез по ячейке шиносоединительного выключателя для ОРУ, выполненного по схеме с двумя системами шин и с третьей обходной системой шин.
18. Начертите разрез по ячейке ОРУ, выполненного по полуторной схеме.
19. Начертите разрез по ячейке ОРУ, выполненного по полуторной схеме с чередованием присоединений.
20. Какие схемы называются вторичными?
21. Какие цепи снабжаются дистанционным управлением с главного щита управления?
22. Перечислите требования, предъявляемые к схемам дистанционного управления.

23. Сколько положений имеет ключ ПМОВФ?
24. Каково назначение операций «предварительно включено» и «предварительно отключено»?
25. Как работает пульс-пара?
26. По какому признаку можно узнать о наличии обрыва: а) в цепи включения, б) в цепи отключения?
27. Как выполнена блокировка от «прыгания»?
28. Как выполнена звуковая аварийная сигнализация?
29. Назначение блок-контактов.
30. Как производится съём звукового сигнала?
31. Как выполнена и работает схема звуковой сигнализации, предупреждающая об обрыве цепей управления?
32. Начертите фасады пульт-панели генератора и объясните назначение установленных на них приборов и аппаратов управления.
33. Укажите особенности компоновки щитов управления подстанций.
34. В чем заключается режим постоянного подзаряда?
35. Каково назначение элементного коммутатора, и когда возможен отказ от его установки?
36. Указать принципы выполнения аккумуляторных установок для блочных станций. Назначение молниеотводов. Защитные зоны молниеотводов.
37. Защитные тросы. Где их применяют?
38. Какие основные требования предъявляются к помещениям для аккумуляторных батарей?
39. Указать, как устанавливаются защитные устройства от перенапряжений в электроустановках разных типов.
40. Устройство трубчатых разрядников и способ их подключения.
41. Устройство вентильных разрядников и место их установки на станциях и подстанциях.

Таблица 1.6 – Критерии оценки сформированности компетенций

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)		
	на базовом уровне	на повышенном уровне	
	соответствует оценке «удовлетворительно» 50-64% от максимального балла	соответствует оценке «хорошо» 65-85% от максимального балла	соответствует оценке «отлично» 86-100% от максимального балла
ИД-1 <sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей	Студент, в основном, знает конструкции распределительных устройств и средства защиты от аварийных режимов на электростанциях и подстанциях. Ориентируется в их типах, конструкциях, параметрах и классификации. Имеет представление о принципах построения устройств защиты от аварийных режимов. Владеет общими знаниями о требованиях к токоограничивающим	Студент хорошо знает конструкции распределительных устройств и аппараты защиты от аварийных режимов на электростанциях и подстанциях. Свободно ориентируется в их типах, конструкциях, параметрах и классификации. Знает принципы построения устройств защиты от аварийных режимов. Владеет знаниями о требованиях к	Студент отлично знает конструкции распределительных устройств и аппараты защиты от аварийных режимов на электростанциях и подстанциях. Уверенно ориентируется в их типах, конструкциях, параметрах и классификации. Безошибочно называет принципы построения устройств защиты от аварийных режимов. Владеет знаниями о требованиях к токоограничивающим устройствам, выборе и проверке токоограничивающих

	устройствам, выборе и проверке токоограничивающих реакторов электростанций и подстанций. Называет основные условия применения комплектных распределительных устройств с элегазовой изоляцией на электростанциях и подстанциях. Может осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей	токоограничивающим устройствам, выборе и проверке токоограничивающих реакторов электростанций и подстанций. Называет условия применения комплектных распределительных устройств с элегазовой изоляцией на электростанциях и подстанциях. Может самостоятельно осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей	реакторов электростанций и подстанций. Называет условия применения комплектных распределительных устройств с элегазовой изоляцией на электростанциях и подстанциях. Определяет необходимые точки короткого замыкания в электроэнергетической системе для выбора защитного оборудования. Решает вопрос о возможном способе ограничения токов короткого замыкания. С высокой степенью самостоятельности способен осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей
--	---	--	---

## 2 ОЦЕНИВАНИЕ ПИСЬМЕННЫХ РАБОТ СТУДЕНТОВ, РЕГЛАМЕНТИРУЕМЫХ УЧЕБНЫМ ПЛАНОМ

### Курсовой проект «Расчёт параметров и выбор электрооборудования электрических станций и подстанций»

Типовой курсовой проект, выполняется по вариантам в соответствии с методическими указаниями.

Количество вариантов – 30.

Вопросы для защиты курсового проекта выбираются из вопросов для контроля базовых знаний студентов.

**Таблица 2.1 – Формируемые компетенции (или их части)**

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Оценочные материалы и средства
ПКос-1. Способен осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей	ИД-1 <sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей	Проверка содержания КП. Защита КП (собеседование)



**Таблица 2.2 – Критерии оценки курсового проекта**

Показатели	Количество баллов	
	минимальное	максимальное
Соблюдение графика выполнения КП	15	30
Содержание и присутствие элементов научных исследований в КП	5	10
Защита КП	25	50
Активность при выполнении КП или при публичной защите других КП	5	10
<b>Итого:</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

Оценка сформированности компетенций при выполнении и защите курсового проекта осуществляется по блокам: «Содержание и присутствие элементов научных исследований в КП» и «Защита КП».

Критерии оценивания сформированности компетенций представлены в таблице 2.3.

**Таблица 2.3 – Критерии оценки сформированности компетенций по курсовому проекту**

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)		
	на базовом уровне	на повышенном уровне	
	соответствует оценке «удовлетворительно» 50-64% от максимального балла	соответствует оценке «хорошо» 65-85% от максимального балла	соответствует оценке «отлично» 86-100% от максимального балла
1	2	3	4
ИД-1 <sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей	Студент выполнил работу в срок, в основном, знает методики проведения проектных работ по расчёту параметров оборудования электростанций и подстанций, умеет планировать работы с учётом экономической целесообразности, в основном, владеет способами и навыками анализа и обобщения информации, технических данных, показателей и результатов работы, их систематизации в отношении проектирования электростанций и подстанций,	Студент выполнил работу в срок, хорошо знает методики проведения проектных работ по расчёту параметров оборудования электростанций и подстанций. Студент умеет на достаточно высоком уровне планировать работы с учётом экономической обоснованности и целесообразности. Владеет способами и навыками анализа и обобщения информации, технических данных, показателей и результатов работы; их систематизации в отношении проектирования электрических станций	Проект выполнен и защищен до окончания обозначенного срока с соблюдением правил оформления. Студент отлично знает методики проведения проектных работ по расчёту параметров оборудования электростанций и подстанций. Студент на высоком уровне умеет планировать работы с учётом экономической обоснованности и целесообразности. Глубоко владеет способами и навыками анализа и обобщения информации, технических данных, показателей и результатов работы, их систематизации в отношении

	<p>демонстрирует знание основных сведений о методах расчёта и построения схем включения оборудования электростанций и подстанций, усвоил основные принципы проведения проектных работ но имеет недоработки в освещении материала, не препятствующие дальнейшему обучению. В работе присутствуют некоторые элементы научных исследований. Показано умение осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей</p>	<p>и подстанций. Демонстрирует знание сведений о методах расчёта и построения схем включения оборудования электростанций и подстанций, усвоил принципы проведения проектных работ. В проекте присутствуют элементы научных исследований. Показано умение осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей</p>	<p>проектирования электрических станций и подстанций. Демонстрирует знание основных сведений о методах расчёта и построения электрических станций и подстанций. Студент глубоко усвоил принципы проведения проектных работ, показывает понимание методов проектирования электрических станций и подстанций, с высокой степенью самостоятельности выделяет главные положения в области теории электростанций и подстанций и способен дать краткую характеристику основным идеям теоретического материала дисциплины, способен безошибочно обобщать и приводить доказательства принятых решений, свободно оперирует терминами и понятиями о проектировании электростанций и подстанций. В работе присутствуют элементы научных исследований. Показано умение осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей</p>
--	---	---	---

Базовый уровень сформированности компетенции, соответствующий оценке «удовлетворительно», считается достигнутым, если студент по итогам подготовки и защиты курсовой работы набирает от 50 до 64 баллов, повышенный уровень считается достигнутым, если студент набирает от 65 до 100 баллов, при этом оценке «хорошо» соответствует 65-85 баллов, оценке «отлично» 86-100 баллов.

### 3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Форма промежуточной аттестации по дисциплине *экзамен*.

#### ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

**ПКос-1. Способен осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей.**

#### Задания закрытого типа

*Выберите один правильный вариант ответа*

**1. Наиболее часто в электроустановках встречается короткое замыкание:**

- двухфазное
- двухфазное, на землю через дугу
- трехфазное
- +однофазное

**2. Короткое замыкание в электроустановках сопровождается:**

- увеличением тока и сопротивлению
- понижением напряжение и увеличением сопротивлению
- понижением напряжение и уменьшением тока
- +понижением напряжение и увеличением тока

**3. Расчеты токов короткого замыкания выполняются для:**

- выбора схемы релейной защиты
- оценки электродинамического действия тока
- + выбора и проверки параметров электрооборудования, а также уставок релейной защиты
- оценки термического и электродинамического действия тока

#### Задания открытого типа

*Дайте развернутый ответ на вопрос*

**4. Какой способ гашения дуги в отключающих аппаратах выше 1 кВ не применяется?**

*Правильный ответ:* В отключающих аппаратах выше 1 кВ не применяется способ гашения дуги в элегазе высокого давления.

**5. К чему приводит обрыв вторичной цепи трансформатора тока?**

*Правильный ответ:* Обрыв вторичной цепи трансформатора тока приводит к повреждению магнитопровода.

**6. Какие обмотки располагают на стержне в чередующемся порядке?**

*Правильный ответ:* На стержне в чередующемся порядке располагают дисковые обмотки.

**7. Как называется горизонтальная часть магнитопровода трансформатора?**

*Правильный ответ:* Горизонтальная часть магнитопровода трансформатора называется ярмом.

**8. Какие бывают обмотки трехфазных трансформаторов?**

*Правильный ответ:* Обмотки трехфазных трансформаторов бывают концентрическими.

**9. Какая связь имеется между напряжением на обмотках трансформатора и их числом витков?**

*Правильный ответ:* Между напряжением на обмотках трансформатора и их числом витков имеется прямая связь.

**10. Чему равна активная мощность, потребляемая трансформатором при холостом ходе?**

*Правильный ответ:* Активная мощность, потребляемая трансформатором при холостом ходе равна мощности потерь в стали сердечника.

**11. Можно ли один и тот же трансформатор использовать как повышающий, так и понижающий?**

*Правильный ответ:* Один и тот же трансформатор можно использовать как повышающий, так и понижающий.

**12. Как классифицируются трансформаторы по конструкциям магнитопровода?**

*Правильный ответ:* По конструкциям магнитопровода трансформаторы классифицируются на стержневые и бронестержневые.

Окончательные результаты обучения (формирования компетенций) определяются посредством перевода баллов, набранных студентом в процессе освоения дисциплины, в оценки:

– базовый уровень сформированности компетенции считается достигнутым, если результат обучения соответствует оценке «удовлетворительно» (50-64 рейтинговых баллов);

– повышенный уровень сформированности компетенции считается достигнутым, если результат обучения соответствует оценкам «хорошо» (65-85 рейтинговых баллов) и «отлично» (86-100 рейтинговых баллов).

#### **4 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ПОВТОРНОЙ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Форма промежуточной аттестации по дисциплине: *экзамен*.

Фонд оценочных средств для проведения повторной промежуточной аттестации формируется из числа оценочных средств по темам, которые не освоены студентом.

*Примечание:*

Дополнительные контрольные испытания проводятся для студентов, набравших менее **50 баллов** (в соответствии с «Положением о модульно-рейтинговой системе»).

Таблица 4.1 – **Критерии оценки сформированности компетенций (экзамен) (модули 1-5)**

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)
	на базовом уровне
	соответствует оценке «удовлетворительно» 50-64% от максимального балла
ИД-1пкОс-1 Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей	Студент, в основном, владеет материалом по темам модулей, знает основные положения теории общих сведений об электростанциях и подстанциях, электрических аппаратах, проводниках и коммутационных аппаратах, ориентируется в теории расчёта и применения трансформаторов, построении схем электрических соединений электростанций и подстанций, конструкции распределительных устройств и устройствах защиты от аварийных режимов работы, на базовом уровне способен осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей

Таблица 4.2 – Критерии оценки сформированности компетенций по курсовому проекту

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)
	на базовом уровне
	соответствует оценке «удовлетворительно» 50% от максимального балла
<p>ИД-1<sub>ПКос-1</sub>                      Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей</p>	<p>Студент выполнил проект на базовом уровне оформления при отсутствии принципиальных ошибок и недочётов. Демонстрирует знание основных сведений о методах расчёта и построении схем подключения электрооборудования электрических станций и подстанций, усвоил основные принципы проведения проектных работ, но имеет недоработки в освещении материала, не препятствующие дальнейшему обучению. В работе присутствуют некоторые элементы научных исследований. Студент способен осуществлять мониторинг технического состояния электрооборудования электрических станций и подстанций</p>