

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Волхонин Михаил Степанович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 10.06.2025 14:55:23  
Уникальный программный ключ:  
40a6db1879d6a9ee29ec8e0ffb2f95e4614a0998

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

**УТВЕРЖДАЮ**  
декан электроэнергетического факультета

\_\_\_\_\_/Н.А. Климов/  
11 июня 2025 года

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
по дисциплине  
«Электрические и электронные аппараты»**

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 г. 7 мес.</u>

Фонд оценочных средств предназначен для оценивания сформированности компетенций по дисциплине «Электрические и электронные аппараты».

Разработчик:

доцент кафедры электроснабжения  
и эксплуатации электрооборудования

Бушуев И.В. \_\_\_\_\_

Утвержден на заседании кафедры электроснабжения и эксплуатации электрооборудования, протокол №8 от «14» апреля 2025 года.

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

Согласовано:

Председатель методической комиссии электроэнергетического факультета  
протокол №5 от «10» июня 2025 года.

Яблоков А.С. \_\_\_\_\_

**Паспорт  
фонда оценочных средств**

Таблица 1

Модуль дисциплины	Формируемые компетенции или их части	Оценочные материалы и средства	Количество
Модуль 1. Электрический аппарат как средство управления режимами работы, защиты и регулирования параметров системы. Физические основы и процессы при отключении электрических цепей, физические явления в электрических аппаратах	ПКос-1. Способен осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей.  ПКос-3. Способен осуществлять планирование и контроль деятельности по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций электрических сетей	ТСк	85
		ЗЛР	26
Модуль 2. Электронные аппараты. Бесконтактные и микропроцессорные аппараты		Сб	13
		ТСк	19
		ЗЛР	16
		Сб	6

# 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	
<p>ПКос-1. Способен осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей.</p> <p>ПКос-3. Способен осуществлять планирование и контроль деятельности по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций электрических сетей</p>	<p>Модуль 1. Электрический аппарат как средство управления режимами работы, защиты и регулирования параметров системы. Физические основы и процессы при отключении электрических цепей, физические явления в электрических аппаратах</p>		
	<p>ИД-2<sub>ПКос-1</sub> Рассчитывает параметры электрооборудования системы электроснабжения объекта</p> <p>ИД-3<sub>ПКос-1</sub> Рассчитывает режимы работы системы электроснабжения объекта</p> <p>ИД-4<sub>ПКос-1</sub> Обеспечивает заданные параметры режима работы системы электроснабжения объекта</p> <p>ИД-1<sub>ПКос-3</sub> Организует монтаж, наладку, эксплуатацию энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок</p>	<p>Тестирование Защита ЛР Собеседование</p>	
	<p>Модуль 2. Электронные аппараты. Бесконтактные и микропроцессорные аппараты</p>		
	<p>ИД-2<sub>ПКос-1</sub> Рассчитывает параметры электрооборудования системы электроснабжения объекта</p> <p>ИД-3<sub>ПКос-1</sub> Рассчитывает режимы работы системы электроснабжения объекта</p> <p>ИД-4<sub>ПКос-1</sub> Обеспечивает заданные параметры режима работы системы электроснабжения объекта</p> <p>ИД-1<sub>ПКос-3</sub> Организует монтаж, наладку, эксплуатацию энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок</p>	<p>Тестирование Защита ЛР Собеседование</p>	

## Оценочные материалы и средства для проверки сформированности компетенций

**Модуль 1 «Электрический аппарат как средство управления режимами работы, защиты и регулирования параметров системы. Физические основы и процессы при отключении электрических цепей, физические явления в электрических аппаратах»**

### Вопросы для собеседования:

1. Что называется электродинамической стойкостью электрического аппарата?
2. Когда возникает электрическая дуга, и какие условия способствуют этому явлению? Какие меры применяются для успешного гашения электрической дуги?
3. Что такое эрозия контактов, и какие меры защиты применяются в этом случае на стадии проектирования и изготовления электрических аппаратов?
4. Чем отличается по устройству конструкции реле переменного тока от реле постоянного тока? Почему активное сопротивление обмотки у реле постоянного тока на 220 В больше, чем у реле переменного тока того же напряжения?
5. Чем отличается максимальная токовая защита от нулевой защиты?
6. Какова причина вибрации в электромагнитных реле переменного тока? Укажите способы устранения вибрации.
7. Нарисуйте принципиальную схему защиты двигателя от перегрузок с помощью теплового реле.
8. Поясните конструкцию теплового реле. Что показывает времятоковая характеристика теплового реле? Что такое биметаллическая пластина и зачем она используется?
9. Нарисуйте схему включения плавкого предохранителя в сеть при защите от токов короткого замыкания. Выберите плавкую вставку для защиты асинхронного двигателя мощностью 5,2 кВт. Поясните конструкцию плавкой вставки, назначение её элементов и их конструктивные особенности.
10. Покажите на времятоковой характеристике автоматического выключателя момент срабатывания электромагнитного расцепителя. Поясните конструкцию теплового и электромагнитного расцепителей и их назначение.
11. Для защиты каких видов потребителей используются автоматические выключатели с характеристиками А, В, С и D.
12. Поясните назначение дугогасительной камеры автоматического выключателя и её работу.
13. Чем отличается УЗО от автоматического выключателя. (УЗО – устройство защитного отключения)? Поясните термин «селективность защиты».

## **Компьютерное тестирование (ТСк):**

*Выберите один правильный вариант*

**Степень защиты аппарата обозначается:**

+ IP20

160

У3

УХЛ4

**Единицей коммутационной износостойкости аппарата является:**

+ количество циклов

Ампер

Ом

Вольт

**Единицей измерения отключающей способности автоматического выключателя является:**

+ Ампер

Вольт

Ньютон

безразмерная величина

**Для защиты электрических цепей от КЗ на зажимах потребителей применяются:**

+ предохранители

минимально-токовые реле

тепловые реле

максимально-токовые реле

**Функцию ограничения напряжения выполняют аппараты:**

+разрядники

контакты и магнитные пускатели

электромагнитные реле

трансформаторы тока и напряжения

**Функцию ограничения тока выполняют аппараты:**

+реакторы

контакты и магнитные пускатели

трансформаторы тока и напряжения

датчики

**Аппараты, выполняющие функцию контроля и измерения, - это:**

+трансформаторы тока и напряжения

контакты и магнитные пускатели

реакторы и разрядники

электромагнитные реле

**Аппараты, не входящие в состав низковольтных комплектных устройств:**

+реакторы и разрядники  
контакторы и магнитные пускатели  
автоматические выключатели  
трансформаторы тока

**Аппараты, относящиеся к аппаратам управления, - это:**

+контакторы и магнитные пускатели  
автоматические выключатели  
предохранители  
трансформаторы тока

**Наиболее эффективную защиту при токовых перегрузках обеспечивает:**

+тепловая защита  
минимально-токовая защита  
максимально-токовая защита  
броневая защита

**Номинальный ток аппарата – это ток:**

+определяемый нагревом токоведущих частей аппарата в длительном режиме при нормальных условиях охлаждения  
определяющий электродинамическую стойкость аппарата  
определяющий предельную коммутационную способность аппарата  
определяемый износом контактов в длительном режиме

**Коммутационная износостойкость аппарата определяется:**

+максимальным числом включений и отключений аппарата при наличии тока в главной цепи  
максимальным числом включений и отключений аппарата при отсутствии тока в главной цепи  
максимальным током, который способен коммутировать аппарат  
максимальным количеством включений и отключений аппарата при номинальной нагрузке

**Степень защиты аппарата - это:**

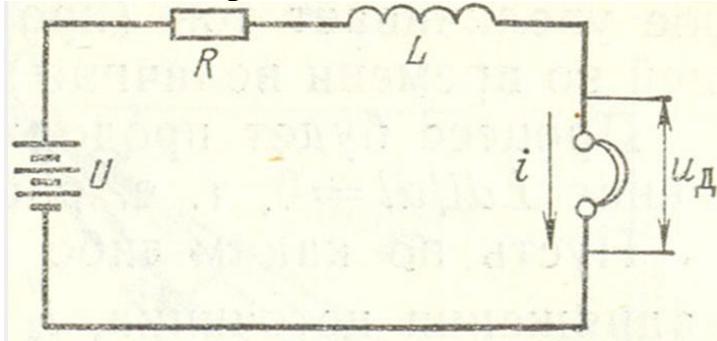
+критерий защищенности аппарата от попадания внутрь воды и твердых тел  
отношение номинального тока аппарата к номинальному току защищаемого объекта  
отношение номинального тока к току срабатывания для защиты от короткого замыкания  
наибольшая включающая либо отключающая способности аппарата

**Параметр, НЕ являющийся характеристикой автоматического выключателя:**

+категория размещения  
номинальное напряжение по изоляции

номинальное напряжение  
номинальный рабочий ток

Укажите условия гашения дуги постоянного тока, если:  $U_D$  - напряжение на дуге;  $U$  – напряжение источника;  $I$  – ток в цепи с электрической дугой;  $R$  - активное сопротивление цепи.



$U_D < U - iR$   
+  $U_D > U - iR$   
 $U_D \geq U - iR$   
 $U_D = U - iR$   
 $U_D = U - iR - L di/dt$

С ростом интенсивности гашения электрической дуги (например, путем воздействия магнитного дутья) перенапряжения в цепи аппарата:

+повышаются  
остаются неизменными  
интенсивность гашения дуги не влияет на перенапряжения в цепи  
снижаются

Восстанавливающаяся прочность межконтактного промежутка аппарата и восстанавливающееся напряжение цепи в условиях успешного гашения электрической дуги постоянного тока соотносятся как:

+восстанавливающаяся прочность должна быть больше восстанавливающегося напряжения  
восстанавливающаяся прочность должна быть меньше восстанавливающегося напряжения  
восстанавливающаяся прочность должна быть равна восстанавливаемомуся напряжению

С ростом постоянной времени цепи  $T=L/R$  условия гашения электрической дуги:

+ухудшаются  
не меняются  
улучшаются  
ухудшаются только для цепей постоянного тока

Наиболее эффективным способом воздействия на электрическую дугу в цепях низкого напряжения (до 1000 В) является:

+магнитное дутье  
гашение в трансформаторном масле  
воздействие элегаза  
помещение дуги в вакуум

**При определении теплового потока при теплообмене элемента конструкции электрического аппарата необходимо воспользоваться формулой:**

$$+P=kt \cdot S_{\text{охл}} \cdot (T-T_0)$$

$$P=UI \cos \varphi$$

$$P=(\Phi_{\delta})^2 / (2\mu_0 S)$$

$$P=\sqrt{3} UI \eta \cos \varphi$$

**Нагрев токоведущих ферромагнитных частей электрических аппаратов, находящихся вблизи проводников с переменным током, объясняется:**

+потерями энергии от вихревых токов, перемагничивания и гистерезисом  
поглощением излучения

потерями энергии от вихревых токов, перемагничивания

потерями энергии от вихревых токов

**Наиболее нагретый слой находится на поверхности обмотки электромагнита в случае:**

+применения пластмассового каркаса обмотки

применения бескаркасной намотки катушки

намотки обмотки на сердечник

принудительного воздушного охлаждения

**Электродинамическое усилие между двумя проводниками с током промышленной частоты  $f=50$  Гц изменяется с частотой:**

+100 Гц

50 Гц

75 Гц

314 Гц

**Трубчатые проводники в случае переменного тока применяют для:**

+снижения вес проводников

увеличения сопротивления

охлаждения тоководов

увеличения износостойкости

**На проводник с током, расположенным близко к ферромагнитному телу, сила действует в направлении:**

+от ферромагнитного тела

по касательной к ферромагнитному телу

по направлению к ферромагнитному телу

вообще не действует

**Относительная ионизация газа – это:**

- +количество заряженных частиц, отнесенное к общему числу частиц в газе
- отношение количества электронов к количеству ионов в газе
- отношение количества ионов к общему количеству частиц в газе
- отношение количества ионов к количеству электронов в газе

**Сопротивление стягивания в электрическом контакте – это:**

- +сопротивление области площади касания, обусловленное явлениями стягивания линии тока
- сопротивление герконов
- сопротивления торцов контактов

**Коэффициент рассеяния при увеличении рабочего зазора в электромагните:**

- +увеличивается
- уменьшается
- не изменяется
- увеличивается незначительно

**Продольные разрезы трубчатых проводников применяют для:**

- +уменьшения потерь от вихревых токов
- увеличения механической прочности
- уменьшения потерь на гистерезис
- не применяют

**Гашение дуги постоянного тока путем разделения длинной дуги на ряд последовательных коротких дуг основано на принципе:**

- +поднятия статической вольтамперной характеристики дуги
- охлаждения дуги сжаты газом
- создания избыточного давления в области дуги
- гашения дуги в трансформаторном масле

**Постоянная времени нагрева растет при:**

- + увеличении теплоемкости аппарата
- увеличении коэффициента теплоотдачи
- увеличении поверхности охлаждения
- уменьшении теплопроводности

**Роль магнитного дутья в коммутационном аппарате:**

- не позволить электрической дуге быстро погаснуть
- растянуть электрическую дугу
- +переместить электрическую дугу в дугогасительную камеру
- удержать электрическую дугу на контактах аппарата

**Легче гасить электрическую дугу:**

- +на постоянном токе
- на переменном токе

условия дугогашения не зависят от рода тока отключаемой цепи  
удержать электрическую дугу на контактах аппарата

**Номинальные токи автомата ( $I_{ном.а}$ ) и его расцепителя ( $I_{ном.р}$ ) соотносятся выражениями:**

$$+ I_{ном.а} \geq I_{ном.р}$$

$$I_{ном.а} \leq I_{ном.р}$$

$$I_{ном.р} > I_{ном.а}$$

$$I_{ном.а} = I_{ном.р}$$

**Назначение теплового расцепителя автомата:**

+реагировать на перегрузку по току в защищаемой цепи  
отключать токи короткого замыкания  
реагировать на падение напряжения в сети  
дистанционно отключать автомат

**Назначение минимального расцепителя автомата:**

+реагировать на падение напряжения в сети  
реагировать на перегрузку по току в защищаемой цепи  
отключение токов короткого замыкания  
реагировать на снижение момента на валу электродвигателя

**Назначение независимого расцепителя автомата:**

+позволяет осуществлять дистанционное управление выключателем  
реагирует на перегрузку по току в защищаемой цепи  
для отключения токов короткого замыкания  
реагирует на падение напряжения в сети

**Расцепитель автомата реагирует на токи короткого замыкания:**

+электромагнитный расцепитель мгновенного действия  
независимый расцепитель  
расцепитель максимального тока с обратозависимой характеристикой  
минимальный расцепитель

**Механизм свободного расцепления автомата необходим для:**

+исключения возможности удержания автомата во включенном состоянии при КЗ  
в цепи  
исключения самопроизвольного отброса контактов  
контроля состояния цепи  
снижения вибрации контактов автомата при включении

**Наибольшая рабочая отключающая способность – это:**

+ максимальный ток, после отключения которого автомат должен остаться работоспособным  
установленное изготовителем значение максимального отключаемого тока  
ток электромагнитного расцепителя автомата

максимальный ток, после отключения которого автомат может выйти из работоспособного состояния

**Устройства защитного отключения в цепь для защиты от поражения электрическим током устанавливаются:**

+ сразу за автоматическим выключателем  
непосредственно перед автоматическим выключателем  
параллельно одному из полюсов автоматического выключателя  
вместо предохранителя

**Устройства защитного отключения предназначены для защиты от:**

+ поражения электрическим током  
токов короткого замыкания  
высоковольтного импульса  
токов перегрузки

**Плавкая вставка предохранителя выполняется фигурной для:**

+ повышения быстродействия предохранителя  
увеличения его ПКС  
снижения потерь в предохранителе  
уменьшения массы предохранителя

**Характеристикой предохранителя является зависимость:**

+ времени плавления вставки от протекающего тока  
времени нагрева биметаллического элемента от протекающего тока  
температуры нагрева биметаллического элемента от времени срабатывания  
температуры плавкой вставки от протекающего тока

**На полюса электромагнитов переменного тока надевается короткозамкнутый виток с целью:**

+ снижения потерь на вихревые токи и гистерезис  
снижения вибрации магнитопровода  
повышения технологичности конструкции магнитопровода  
уменьшения массогабаритных показателей электромагнитов

**Магнитная система электромагнитов переменного тока выполняется шихтованной для:**

+ снижения потерь на вихревые токи и гистерезис  
снижения вибрации магнитопровода  
повышения технологичности конструкции магнитопровода  
уменьшения массогабаритных показателей электромагнитов

**Короткозамыкатель относится к классу аппаратов высокого напряжения:**

+ Ограничивающие аппараты  
Коммутационные аппараты

Аппараты управления  
Измерительные аппараты

**Ограничивающие аппараты реализуют функцию:**

+Отключение токов короткого замыкания

Отключение токов перегрузки

Защита от понижения напряжения

Снижение перенапряжения в сети

**К недостаткам вакуумных выключателей относят:**

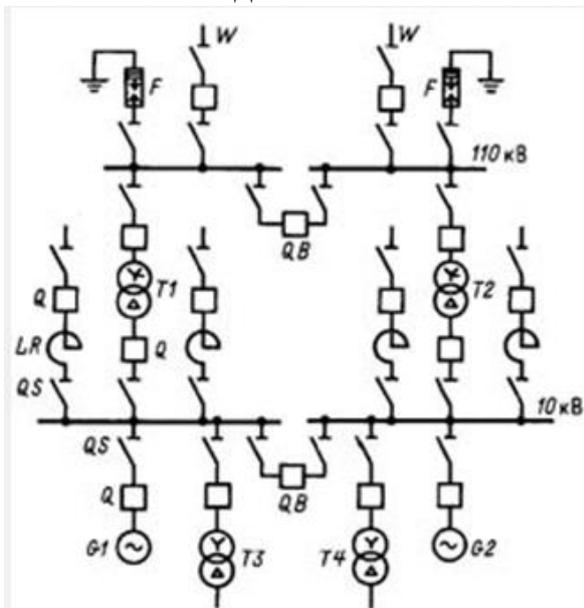
+Низкая надежность работы сильфона

Высокая пожаробезопасность

Минимальные габаритные размеры

Высокая износостойкость при номинальном токе

**Укажите на однолинейной схеме электростанции**



**разъединитель:**

+Q

F

T

G

**Реактор реализует функцию:**

+Уменьшение величины тока короткого замыкания

Отключение тока короткого замыкания

Коммутация тока в номинальном режиме работы

Снижение перенапряжения в сети

**Укажите закон Био-Савара-Лапласа в математической форме.**

$$+ dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{id\vec{l}}{r^2}$$

$$\vec{B}_x = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{i}{x}$$

$$\overrightarrow{B_x} = \frac{\mu_0 r}{4\pi i}$$

$$B = ir$$

**Основной элемент предохранителя:**

биметаллическая пластина  
электромагнит постоянного тока  
+плавкая вставка  
компенсатор электродинамических усилий

**Тяговая характеристика электромагнита - это зависимость:**

напряжения на дуге от величины тока  
тока в электромагните от времени  
переходного сопротивления контактов от силы контактного нажатия  
+электромагнитной силы от величины зазора

**Зависимость электромагнитной силы от м.д.с. катушки:**

увеличивается пропорционально м.д.с.  
+увеличивается пропорционально квадрату м.д.с.  
увеличивается пропорционально кубу м.д.с.  
уменьшается линейно

**Единицей измерения магнитного потока является:**

Ампер  
Вольт  
+Вебер  
Генри

**Единицей измерения магнитодвижущей силы (МДС) является:**

+Ампер  
Вольт  
Вебер  
Генри

**Единицей измерения магнитной проводимости является:**

Ампер  
Вольт  
Вебер  
+Генри

**В бытовой автоматический выключатель не входят элементы:**

+ электромагнит включения  
электромагнитный расцепитель  
тепловой расцепитель  
отключающие пружины

**Электромагнитный расцепитель действует по принципу:**

при снятии крышка автомата действует на сердечник

+при протекании больших токов сердечник втягивается в катушку

тепловой расцепитель при изгибании нажимает на сердечник

срабатывает от электродинамических усилий

**Время отключения автомата электромагнитным расцепителем:**

несколько секунд

+0,02...0,04 с

1 с

зависит от нагрузки

**Ток срабатывания электромагнитного расцепителя зависит от:**

сечения провода расцепителя

номинального тока контактов автомата

тока потребителя

+произведения числа витков на ток

**При проверке электрооборудования на электродинамическую стойкость учитывают:**

установившийся ток КЗ

максимальный ток нагрузки

+ударный ток КЗ

периодическую составляющую тока КЗ

**Кварцевый песок засыпается в полость предохранителя для:**

+облегчения гашения дуги при разрыве тока

контроля целостности предохранителя

охлаждения контактов

сигнализации срабатывания

**Тепловой расцепитель действует по принципу:**

изменения положения сердечника в катушке при протекании тока

+изгибания биметаллической пластины

удлинения однородной пластины при нагреве

нагрева контактной системы

**Характеристика теплового расцепителя имеет вид:**

прямолинейная зависимость от протекающего тока

ступенчатый вид

обратнозависимая от любого тока потребителя

+обратнозависимая от тока, превышающий номинальный ток

**Тепловой расцепитель в автоматическом выключателе воздействует на:**

непосредственно на контактную систему

+ систему свободного расцепления

электромагнитный расцепитель  
отключающую пружину

**Ток срабатывания теплового расцепителя отстраивается от:**

тока однофазного КЗ  
тока минимальной нагрузки  
пускового тока двигателя  
+ максимального рабочего тока линии

**В сетях автоматические выключатели устанавливаются для:**

+ коммутации токов нагрузки и токов коротких замыканий  
отключения при исчезновении напряжения  
срезания волн перенапряжений  
дистанционного управления нагрузкой

**В автоматах устанавливаются дугогасительные решетки для:**

исключения деления дуги на участки  
прочности дугогасительной камеры  
+ ускорения гашения дуги  
исключения появления дуги

**Ручные магнитные пускатели предназначены для:**

отключения коротких замыканий  
дистанционного управления асинхронными двигателями  
защиты от перенапряжений  
+ местного управления и защиты от перегрузок двигателя

**Ток через катушку магнитного пускателя в сработавшем состоянии измеряется:**

омметром  
включением емкости, компенсирующей индуктивное сопротивление  
по измеренному току и номинальному напряжению  
+ по измеренному напряжению на катушке и по току, протекающему через катушку

**Ток через катушку магнитного пускателя вычисляется по формуле:**

$$I_{КАТ} = U/R_{КАТ}$$

$$I_{КАТ} = jW_{КАТ}$$

$$I_{КАТ} = U / \sqrt{R_{КАТ}}$$

$$+ I = U/Z_{КАТ}$$

**Если вместо переменного напряжения 220 В к ней подключить постоянное напряжение 220 В, то величина тока в катушке магнитного пускателя:**

не изменится  
+ увеличится  
уменьшится

ток не будет протекать

**В магнитной системе пускателя короткозамкнутый виток устанавливается для:**

- +устранения вибрации
- уменьшения нагрева
- увеличения магнитного потока
- удобства крепления катушки

**В схеме управления пускателем применяют вспомогательные контакты для:**

- подключения катушки под напряжение
- дублирования силовых контактов
- шунтирования кнопки «Стоп»
- + шунтирования кнопки «Пуск»

**Основное назначение магнитного пускателя:**

- управление активной нагрузкой
- + управление асинхронными электродвигателями
- дублирование автоматов
- управление любыми электродвигателями

**После отключения питания, подведенного к катушке, пускатель разрывает силовые контакты под действием:**

- массы сердечника
- электродинамических усилий
- короткозамкнутого витка
- +предварительно сжатых возвратных пружин

**Рядом с пускателем устанавливают тепловое реле для:**

- компенсации температурных изменений в катушке
- отключения катушки при исчезновении питания
- + отключения катушки при перегрузках двигателя
- уменьшения сопротивления катушки

**Тепловое реле нагревается за счет:**

- теплопередачи от катушки
- теплопередачи от сердечника
- +протекания токов электродвигателя
- протекания части токов электродвигателя

**В состав теплового реле не входят элементы:**

- нагреватели
- биметаллические пластины
- +замыкающих контактов
- из размыкающих контактов

**Биметаллическая пластина изгибается за счет:**

притягивания к катушке пускателя  
разных токов в фазах двигателя  
разных температур двух металлов  
+разных коэффициентов температурного удлинения металлов

**Ток у потребителя мощностью до 40 кВт при напряжении 380 В в эксплуатации измеряется:**

амперметром  
переносным трансформатором тока с амперметром  
небольшим по величине сопротивлением и вольтметром  
+токоизмерительными клещами

**Конденсаторные батареи на подстанциях устанавливают для:**

плавного регулирования напряжения  
снижения потерь мощности в цепях после конденсаторов  
+снижения потерь энергии в питающей сети  
уменьшения сечения проводов у потребителей

**Устройства защитного отключения устанавливают для отключения сети при:**

+снижении сопротивления изоляции одной из фаз  
затянувшимся пуске электродвигателя  
двухфазных коротких замыканиях  
схлестывании фазных проводов

**Допускается заменять под напряжением и под нагрузкой предохранители:**

+пробочного типа  
с кварцевым заполнением  
в щите низкого напряжения трансформаторного пункта  
на 10 кВ с соблюдением мер безопасности

### **Защита лабораторных работ**

Лабораторная работа «Исследование электромагнитного реле»

*Контрольные вопросы:*

1. Из каких основных частей состоит электромагнитное реле? Объясните назначение этих частей.
2. В чем отличие электромагнитных реле переменного и постоянного токов?
3. Какие требования предъявляют к электромагнитным реле?
4. Объясните осциллограмму спада тока при отключении электромагнитного реле постоянного тока.
5. Объясните осциллограмму нарастания тока при включении электромагнитного реле постоянного тока.

6. Какова причина вибрации в электромагнитных реле переменного тока? Укажите способы устранения вибрации.

7. Какое применение находят электромагнитные реле в системах автоматики?

#### Лабораторная работа «Исследование теплового реле»

##### *Контрольные вопросы:*

1. Нарисуйте принципиальную схему защиты двигателя от перегрузок с помощью теплового реле.

2. Что показывает времятоковая характеристика теплового реле?

3. Что такое биметаллическая пластина и зачем она используется?

4. Поясните конструкцию теплового реле.

5. Как в контактной системе теплового реле происходит защита от образования дуги?

6. Как можно настроить тепловое реле?

#### Лабораторная работа «Исследование плавких предохранителей»

##### *Контрольные вопросы*

1. Нарисуйте схему включения плавкого предохранителя в сеть при защите осветительной установки от токов короткого замыкания.

2. Выберите плавкую вставку для защиты асинхронного двигателя мощностью 3,2 кВт.

3. Поясните конструкцию плавкой вставки, назначение её элементов и их конструктивные особенности.

4. Напишите формулы для определения номинального тока плавкой вставки, сравните полученные экспериментальные и теоретические данные.

#### Лабораторная работа «Исследование автоматических выключателей»

##### *Контрольные вопросы*

1. Покажите на времятоковой характеристике момент срабатывания электромагнитного расцепителя.

2. Для защиты каких видов потребителей используются автоматические выключатели с характеристиками А, В, С и D?

3. Поясните конструкцию теплового и электромагнитного расцепителя и их назначение.

4. Нарисуйте схему включения автоматического выключателя в сеть для защиты трехфазного электрокалорифера.

5. Поясните назначение дугогасительной камеры и её работу.

6. Поясните конструкцию контактной системы автоматического выключателя.

7. Поясните назначение вспомогательных контактов автоматического выключателя.

8. Чем отличается УЗО от автоматического выключателя. (УЗО – устройство защитного отключения)?

9. Поясните термин «селективность защиты».

Таблица 3 – Критерии оценки сформированности компетенций

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)
	соответствует оценке «зачтено» 50-100% от максимального балла
<p>ИД-2<sub>ПКос-1</sub> Рассчитывает параметры электрооборудования системы электроснабжения объекта</p> <p>ИД-3<sub>ПКос-1</sub> Рассчитывает режимы работы системы электроснабжения объекта</p> <p>ИД-4<sub>ПКос-1</sub> Обеспечивает заданные параметры режима работы системы электроснабжения объекта</p> <p>ИД-1<sub>ПКос-3</sub> Организует монтаж, наладку, эксплуатацию энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок</p>	<p>Студент демонстрирует знание видов электрического аппарата как средства управления режимами работы, защиты и регулирования параметров системы, физических основ и процессов при отключении электрических цепей, физических явлений в электрических аппаратах; принимает активное участие в ходе выполнения лабораторных работ, правильно понимает сущность вопросов и полно излагает ответ на вопрос, демонстрирует знание способов расчета и обеспечения заданных параметров и режимов работы электрооборудования системы электроснабжения объекта, может организовать монтаж, наладку, эксплуатацию электротехнического оборудования, машин и установок</p>

## **Модуль 2. «Электронные аппараты. Бесконтактные и микропроцессорные аппараты»**

### **Вопросы для собеседования:**

1. Поясните принцип работы и вольтамперные характеристики: стабилитрона, диода, тиристора, биполярного транзистора.
2. Поясните работу принципиальной схемы бесконтактного коммутационного аппарата. Расскажите о достоинствах и недостатках бесконтактных коммутационных аппаратов.
3. Расскажите о достоинствах и недостатках тиристорных, биполярных, полевых и IGBT транзисторов при использовании их в коммутационных аппаратах.
4. Поясните работу принципиальной схемы тиристорного регулятора напряжения. Поясните термин «угол открытия тиристора».
5. Поясните работу импульсного блока питания, его достоинства и недостатки.
6. Поясните работу блока широтно-импульсного управления двигателем постоянного тока. Что такое ШИМ? Его принцип работы, достоинства и недостатки.

## **Компьютерное тестирование (ТСк):**

*Выберите один правильный вариант*

**Укажите полярность напряжения соответственно на эмиттере и коллекторе транзистора типа р-п-р:**

- плюс, плюс
- минус, плюс
- + плюс, минус
- минус, минус

**Средний слой у биполярных транзисторов называется:**

- сток
- исток
- + база
- коллектор

**Полупроводниковый диод содержит р-п-переходов:**

- + один
- два
- три
- четыре

**Углом естественной коммутации тиристора называется:**

- + угол, при котором напряжение между анодом и катодом тиристора меняет знак
- угол отпирания тиристора
- угол запираания тиристора
- угол  $60^\circ$

**Углом включения тиристора называется:**

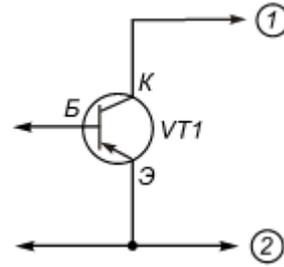
- +Угол, при котором он отпирается
- Угол, при котором он запирается
- Момент времени начала коммутации тиристора
- Угол коммутации тиристора

**Полупроводниковый транзистор имеет р-п-переходов:**

- один
- + два
- три
- четыре

**Управляемые выпрямители выполняются на базе:**

- диодов
- полевых транзисторов
- биполярных транзисторов
- + тиристор



**Нормальный режим работы транзистора р-п-р обеспечивается подключением источников напряжения:**

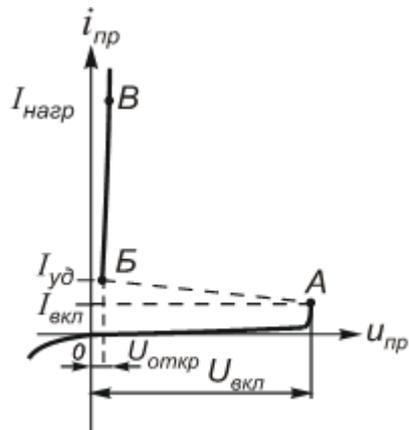
- + позиция 1 — минус  $E_k$ , позиция 2 — плюс  $E_k$
- позиция 1 — плюс  $E_k$ , позиция 2 — минус  $E_k$
- позиция 1 — минус  $E_k$ , позиция 2 — минус  $E_k$
- позиция 1 — плюс  $E_k$ , позиция 2 — плюс  $E_k$

**Вероятность теплового пробоя транзистора увеличивается при:**

- увеличении количества резисторов в схеме усилителя
- + увеличении температуры окружающей среды
- ударе вследствие падения схемы
- уменьшении рабочего напряжения

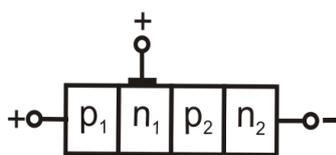
**Для запирания тиристора необходимо:**

- снять напряжение, подаваемое на управляющий электрод
- + снять напряжение, подаваемое на анод
- снять напряжение, подаваемое на катод
- другие варианты



**На рисунке изображена:**

- + Пусковая характеристика тринистора
- Входная характеристика транзистора
- Выходная характеристика диода
- Входная характеристика усилителя



**На рисунке обозначена структура:**

- + тиристора-тристора
- симистора

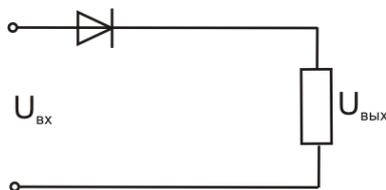
диода  
биполярного транзистора

**Назначение тиристора:**

усиление сигнала в электрических цепях  
+ в качестве электрических ключей в схемах переключения электрических токов  
выпрямление напряжения  
усиление мощности

**Тиристор имеет р-п-переходов:**

менее одного  
один  
два  
+три и более



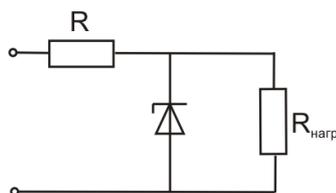
**На рисунке**

активного фильтра  
+ выпрямителя переменного тока  
усилителя тока  
усилителя мощности

**приведена схема:**

**Полупроводниковые стабилитроны относятся к классу:**

опорные диоды  
полевые транзисторы  
импульсные диоды  
+ выпрямительные диоды



**На рисунке**

+ параметрического стабилизатора напряжения  
выпрямителя напряжения  
компенсационного стабилизатора напряжения  
усилителя напряжения

**приведена схема:**

**Бесконтактный коммутационный аппарат используется для:**

+включения и отключения нагрузки  
защиты от токов КЗ  
защиты от токов перегрузки  
защиты от токов утечки

## **С помощью тиристорного регулятора напряжения можно изменять амплитуду переменного напряжения:**

- +угол открытия тиристор
- угол закрытия тиристор
- сдвиг фаз между напряжением и током
- коэффициент мощности

### **Защита лабораторных работ**

Лабораторная работа «Исследование бесконтактного коммутационного аппарата»

*Контрольные вопросы:*

1. Поясните принцип работы и вольтамперные характеристики: стабилитрона, диода, тиристора, биполярного транзистора.
2. Поясните работу принципиальной схемы бесконтактного коммутационного аппарата.
3. Расскажите о достоинствах и недостатках бесконтактных коммутационных аппаратов.
4. Расскажите о достоинствах и недостатках тиристор, биполярных, полевых и IGBT транзисторов при использовании их в коммутационных аппаратах.

Лабораторная работа «Исследование блока широтно-импульсного управления двигателем»

*Контрольные вопросы*

1. Расскажите, что такое широтно-импульсное управление.
2. Какие достоинства есть у ШИМ?
3. Поясните область применения ШИМ в народном хозяйстве.
4. Что такое опорная частота ШИМ?
5. Поясните работу принципиальной схемы блока ШИМ.
6. Объясните результаты измерения напряжения на двигателе. Что такое действующее значение напряжения?

Лабораторная работа «Исследование тиристорного регулятора напряжения»

*Контрольные вопросы*

1. Поясните работу принципиальной схемы тиристорного регулятора напряжения.
2. Поясните причины трудностей возникающих при использовании тиристорного регулятора напряжения для управления индуктивной нагрузкой.
3. Поясните термин «угол открытия тиристора».
4. Объясните основные отличия тиристора от симистора и биполярного транзистора.
5. Расскажите о недостатках тиристорных регуляторов напряжения.
6. Расскажите об особенностях использования тиристорного регулятора напряжения на постоянном токе.

**Таблица 4 – Критерии оценки сформированности компетенций**

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)
	соответствует оценке «зачтено» 50-100% от максимального балла
ИД-2 <sub>ПКос-1</sub> Рассчитывает параметры электрооборудования системы электроснабжения объекта ИД-3 <sub>ПКос-1</sub> Рассчитывает режимы работы системы электроснабжения объекта ИД-4 <sub>ПКос-1</sub> Обеспечивает заданные параметры режима работы системы электроснабжения объекта ИД-1 <sub>ПКос-3</sub> Организует монтаж, наладку, эксплуатацию энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок	Студент демонстрирует знание электронных аппаратов, бесконтактных и микропроцессорных аппаратов; принимает активное участие в ходе выполнения лабораторных работ, правильно понимает сущность вопросов и полно излагает ответ на вопрос, демонстрирует знание способов расчета и обеспечения заданных параметров и режимов работы электрооборудования системы электроснабжения объекта, может организовать монтаж, наладку, эксплуатацию электротехнического оборудования, машин и установок

## **2 ОЦЕНИВАНИЕ ПИСЬМЕННЫХ РАБОТ СТУДЕНТОВ, РЕГЛАМЕНТИРУЕМЫХ УЧЕБНЫМ ПЛАНОМ**

Письменные работы студентов учебным планом не предусмотрены.

## **3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Форма промежуточной аттестации по дисциплине *зачет*.

## **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***

**Номинальный ток аппарата – это ток:**

- +определяемый нагревом токоведущих частей аппарата в длительном режиме при нормальных условиях охлаждения
- определяющий электродинамическую стойкость аппарата
- определяющий предельную коммутационную способность аппарата
- определяемый износом контактов в длительном режиме

**Степень защиты аппарата — это:**

- +критерий защищенности аппарата от попадания внутрь воды и твердых тел

отношение номинального тока аппарата к номинальному току защищаемого объекта

отношение номинального тока к току срабатывания для защиты от короткого замыкания

наибольшая включающая либо отключающая способности аппарата

**После отключения питания, подведенного к катушке, пускатель разрывает силовые контакты под действием:**

массы сердечника

электродинамических усилий

короткозамкнутого витка

+предварительно сжатых возвратных пружин

## Задания открытого типа

*Дайте развернутый ответ на вопрос*

**Что называется электродинамической стойкостью электрического аппарата?**

*Правильный ответ.* Под электродинамической стойкостью электрических аппаратов понимается способность выдерживать без повреждений и нарушений функционального состояния механические воздействия, создаваемые протекающими через него токами. Количественной характеристикой электродинамической стойкости является ток электродинамической стойкости.

**Какие меры применяются для успешного гашения электрической дуги?**

*Правильный ответ.* Для гашения электрической дуги, образующейся между контактами электрических аппаратов, применяются дугогасительные устройства, которые основываются на теории гашения длинных и коротких дуг. В дугогасительных устройствах с длинной дугой гашение осуществляется воздействием на дугу дугогасительной среды, которая может быть газообразной (воздух, сжатый и разреженный газ), жидкой (масло, вода) и твердой (фибра, органическое стекло и т. п.).

**Чем отличается максимальная токовая защита от нулевой защиты?**

*Правильный ответ.* Максимальная токовая защита — вид релейной защиты, действие которой связано с увеличением силы тока в защищаемой цепи при возникновении короткого замыкания на участке, а нулевая защита предназначена для отключения потребителей при исчезновении напряжения или при снижении его до 15% Уном и предотвращения самовключения их при появлении напряжения в сети. Эта защита нужна в первую очередь для обеспечения безопасности обслуживающего персонала.

**Какова причина вибрации в электромагнитных реле переменного тока?**

*Правильный ответ.* Основной причиной вибрации якоря электромагнитных реле переменного тока является сам переменный ток, так как имеются моменты времени, в которые синусоида тока переходит через ноль и ток равен нулю, а, следовательно, и сила, создаваемая втягивающей катушкой, равна нулю. В этот момент возвратная пружина пытается вернуть якорь в исходное положение.

**Какие существуют способы устранения вибрации электромагнитных реле переменного тока?**

*Правильный ответ.* Для снижения вибрации якоря электромагнитных реле переменного тока используют короткозамкнутый виток, расположенный на магнитопроводе. А также используют демпфирующие устройства.

**Для защиты каких видов потребителей используются автоматические выключатели с характеристиками А, В, С и D?**

*Правильный ответ.* Класс (тип расцепления) – этот параметр обозначается латинской буквой и показывает количество раз превышения номинального тока, при котором автоматический выключатель срабатывает.

А – 2-3 предназначен для проводки большой протяженности в любых зданиях

В – 3-5 подходит для жилых домов

С – 5-10 для мест, где в сеть подключается много оборудования, например, для промышленного предприятия или частной мастерской

D – 10-20 используется для защиты групп с асинхронными электродвигателями.

**Чем отличается УЗО от автоматического выключателя (УЗО – устройство защитного отключения)?**

*Правильный ответ.* Устройство защитного отключения защищает сеть от тока утечки, а автоматический выключатель защищает сеть от токов короткого замыкания и токов перегрузки.

**Что такое селективность защиты? Какова ее основная идея?**

*Правильный ответ.* Селективная защита — это принцип организации защиты электрических систем, основанный на измерении параметров электрических сигналов и срабатывании защитных устройств в определенных условиях. Основная идея селективной защиты заключается в том, чтобы максимально быстро и точно определить место возникновения неисправности и отключить от затронутой зоны только те элементы сети, которые находятся в непосредственной близости от неисправного участка.

**ПКос-3. Способен осуществлять планирование и контроль деятельности по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций электрических сетей.**

### **Задания закрытого типа**

***Выберите один правильный вариант ответа***

**Конденсаторные батареи на подстанциях устанавливают для:**

плавного регулирования напряжения

снижения потерь мощности в цепях после конденсаторов

+снижения потерь энергии в питающей сети

уменьшения сечения проводов у потребителей

**Допускается заменять под напряжением и под нагрузкой предохранители:**

+пробочного типа

с кварцевым заполнением

в щите низкого напряжения трансформаторного пункта

на 10 кВ с соблюдением мер безопасности

**Ток у потребителя мощностью до 40 кВт при напряжении 380 В в эксплуатации измеряется:**

амперметром

переносным трансформатором тока с амперметром

небольшим по величине сопротивлением и вольтметром

+токоизмерительными клещами

### **Задания открытого типа**

*Дайте развернутый ответ на вопрос*

**Какую функцию выполняют реакторы, устанавливаемые на подстанциях электрических сетей?**

*Правильный ответ.* Реакторы на подстанциях выполняют важную функцию компенсации реактивной мощности. Они позволяют снизить нагрузку на электроэнергетическую сеть, улучшить энергетическую эффективность и снизить потери электроэнергии. Компенсация реактивной мощности помогает снизить затраты на поддержание стабильного электрического напряжения и улучшает экономическую эффективность работы сети.

**Что такое номинальный ток аппарата?**

*Правильный ответ.* Наибольший допустимый по условиям нагрева токопроводящих частей и изоляции ток, при котором оборудование может работать неограниченно длительное время. Номинальный ток является одним из основных параметров практически любого электрооборудования и указывается в его паспорте.

**С какой целью в низковольтной части подстанций устанавливаются автоматические выключатели?**

*Правильный ответ.* Автоматические выключатели устанавливаются для защиты отходящих линий от токов перегрузки и токов короткого замыкания. Обычно на каждый отходящий трехфазный фидер устанавливается по одному автоматическому выключателю.

**Каково назначение вспомогательных контактов автоматического выключателя?**

*Правильный ответ.* Вспомогательные контакты – это устройства, встроенные в автоматические выключатели, которые предназначены для передачи информации о состоянии выключателя во внешнюю систему управления или сигнализации. Они играют важную роль в автоматизации электроустановок и обеспечивают надежную и безопасную работу электрической сети.

**В какой части цепи устанавливается устройство защитного отключения для защиты персонала от поражения электрическим током?**

*Правильный ответ.* Устройство защитного отключения устанавливается в электрических щитах сразу после автоматического выключателя. Оно может быть установлено одно на весь объект или устанавливается на каждую отходящую группу.

**С какой целью магнитная система электромагнитов переменного тока выполняется шихтованной ?**

*Правильный ответ.* Магнитная система электромагнитов переменного тока выполняется шихтованой для повышения ее сопротивления и уменьшения вихревых токов, создаваемых переменным магнитным полем.

### **Каковы достоинства и недостатки бесконтактных коммутационных аппаратов, устанавливаемых на подстанциях?**

*Правильный ответ.* По сравнению с контактными аппаратами бесконтактные имеют преимущества: не образуется электрическая дуга, оказывающая разрушительное воздействие на детали аппарата; время срабатывания может достигать небольших величин, поэтому они допускают большую частоту срабатываний (сотни тысяч срабатываний в час) и не изнашиваются механически. В то же время, у бесконтактных аппаратов есть и недостатки: они не обеспечивают гальваническую развязку в цепи и не создают видимого разрыва в ней, что важно с точки зрения техники безопасности. Бесконтактные аппараты, построенные на полупроводниковых элементах весьма чувствительны к перенапряжениям и сверхтокам. Чем больше номинальный ток элемента, тем ниже обратное напряжение, которое способен выдержать этот элемент в непроводящем состоянии. Для элементов, рассчитанных на токи в сотни ампер, это напряжение измеряется несколькими сотнями вольт.

### **Что такое угол открытия тиристора?**

*Правильный ответ.* Угол открытия — это угол в цикле переменного тока, при котором тиристор начинает проводить ток при приложении положительного напряжения к его аноду. Чем больше этот угол, тем меньше мощность, потребляемая прибором.

### **Каковы недостатки тиристорных регуляторов напряжения?**

*Правильный ответ.* К недостаткам тиристорных регуляторов напряжения относятся следующие: односторонняя проводимость тиристорных, вследствие чего необходимо удваивать число приборов, малая перегрузочная способность по току, а также ограничение по скорости нарастания тока и высокая чувствительность к перенапряжениям. Также тиристорные регуляторы напряжения создают высшие гармоники кратные трем, которые загружают питающую сеть.

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 «зачтено» (50-100 рейтинговых баллов).

## 4 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ПОВТОРНОЙ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Форма промежуточной аттестации по дисциплине зачет.

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 5 – Критерии оценки сформированности компетенций

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)
	соответствует оценке «зачтено» 50-100% от максимального балла
ИД-2 <sub>ПКос-1</sub> Рассчитывает параметры электрооборудования системы электроснабжения объекта ИД-3 <sub>ПКос-1</sub> Рассчитывает режимы работы системы электроснабжения объекта ИД-4 <sub>ПКос-1</sub> Обеспечивает заданные параметры режима работы системы электроснабжения объекта ИД-1 <sub>ПКос-3</sub> Организует монтаж, наладку, эксплуатацию энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок	Студент демонстрирует знание электронных аппаратов, бесконтактных и микропроцессорных аппаратов, видов электрического аппарата как средства управления режимами работы, защиты и регулирования параметров системы, физических основ и процессов при отключении электрических цепей, физических явлений в электрических аппаратах; демонстрирует знание способов расчета и обеспечения заданных параметров и режимов работы электрооборудования системы электроснабжения объекта, может организовать монтаж, наладку, эксплуатацию электротехнического оборудования, машин и установок