

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Волхонов Михаил Станиславович

Должность: Ректор

Дата подписания: 10.06.2025 15:06:43

Уникальный программный ключ:

40a6db1879d6a9ee29ec8e04b2f95c4614a0998

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«КОСТРОМСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Утверждаю:  
декан электроэнергетического факультета

/Климов Н. А./

11 июня 2025 года

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
по дисциплине  
**«Переходные процессы»**

Направление подготовки

35.03.06 Агрономия

Направленность (профиль)

Электрооборудование и электротехнологии

Квалификация выпускника

бакалавр

Формы обучения

очная, заочная

Сроки освоения ОПОП ВО

4 года, 4 г. 7 мес.

Караваево 2025

Фонд оценочных средств предназначен для оценивания сформированности компетенций по дисциплине «Переходные процессы».

Разработчик:

старший преподаватель Голятин Н.Ю. \_\_\_\_\_

Утвержден на заседании кафедры электроснабжения и эксплуатации электрооборудования, протокол №8 от «14» апреля 2024 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
Переходный процесс при трёхфазном коротком замыкании	ПК <sub>ос-1</sub> . Способен осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей	Защита практических работ (собеседование)	15
Расчёт токов короткого замыкания в именованных единицах		Тестирование	29
Расчёт токов короткого замыкания в относительных единицах		Контрольная работа	4
Электродинамическое действие токов короткого замыкания		Защита практических работ (собеседование)	15
Термическое действие токов короткого замыкания		Тестирование	32
Теория симметричных составляющих		Контрольная работа	4
Аварийные режимы в сетях с изолированной нейтралью		Защита практических работ (собеседование)	8
		Тестирование	20
		Контрольная работа	4
		Защита практических работ (собеседование)	7
		Тестирование	17
		Контрольная работа	4
		Защита практических работ (собеседование)	8
		Тестирование	10
		Контрольная работа	2
		Защита практических работ (собеседование)	8
		Тестирование	26
		Контрольная работа	2
		Защита практических работ (собеседование)	8
		Тестирование	16
		Контрольная работа	2

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

**Таблица 2 – Формируемые компетенции по всем темам дисциплины**

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Оценочные материалы и средства
1	2	3
Переходный процесс при трёхфазном коротком замыкании		
ИД-1 <sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей ИД-2 <sub>ПКос-1</sub> Находит и анализирует информацию для решения поставленной задачи. ИД-3 <sub>ПКос-1</sub> . Использует информационные технологии для контроля и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов		Защита практических работ (собеседование) Тестирование Контрольная работа
Расчёт токов короткого замыкания в именованных единицах		
ИД-1 <sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей ИД-2 <sub>ПКос-1</sub> Находит и анализирует информацию для решения поставленной задачи. ИД-3 <sub>ПКос-1</sub> . Использует информационные технологии для контроля и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов		Защита практических работ (собеседование) Тестирование Контрольная работа
Расчёт токов короткого замыкания в относительных единицах		
ИД-1 <sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей ИД-2 <sub>ПКос-1</sub> Находит и анализирует информацию для решения поставленной задачи. ИД-3 <sub>ПКос-1</sub> . Использует информационные технологии для контроля и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов		Защита практических работ (собеседование) Тестирование Контрольная работа

1	2	3
ПК <sub>ос-1</sub> . Способен осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей	<p>Электродинамическое действие токов короткого замыкания</p> <p>ИД-1<sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей</p> <p>ИД-2<sub>ПКос-1</sub> Находит и анализирует информацию для решения поставленной задачи.</p> <p>ИД-3<sub>ПКос-1</sub>. Использует информационные технологии для контроля и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов</p> <p>Термическое действие токов короткого замыкания</p> <p>ИД-1<sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей</p> <p>ИД-2<sub>ПКос-1</sub> Находит и анализирует информацию для решения поставленной задачи.</p> <p>ИД-3<sub>ПКос-1</sub>. Использует информационные технологии для контроля и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов</p> <p>Теория симметричных составляющих</p> <p>ИД-1<sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей</p> <p>ИД-2<sub>ПКос-1</sub> Находит и анализирует информацию для решения поставленной задачи.</p> <p>ИД-3<sub>ПКос-1</sub>. Использует информационные технологии для контроля и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов</p> <p>Аварийные режимы в сетях с изолированной нейтралью</p> <p>ИД-1<sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей</p> <p>ИД-2<sub>ПКос-1</sub> Находит и анализирует информацию для решения поставленной задачи.</p> <p>ИД-3<sub>ПКос-1</sub>. Использует информационные технологии для контроля и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов</p>	Защита практических работ (собеседование) Тестирование Контрольная работа

## **Оценочные материалы и средства для проверки сформированности компетенций**

### **Модуль: «Переходный процесс при трёхфазном коротком замыкании»**

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

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

#### **Что называется переходным процессом?**

- +изменение токов и напряжений при переходе системы из одного установленного состояния в другое
- режим, при котором в проводниках линии электропередачи, машин и аппаратов возникают токи, превышающие величины, допускаемые нормами
- режим работы сети, при котором соединяются накоротко два фазных провода
- режим, при котором соединяются две точки электрической цепи с разным потенциалом через малое переходное сопротивление

#### **Аварийными режимами является:**

- +короткое замыкание, перегрузка
- короткое замыкание, перегрузка, тяжелый пуск двигателей
- перегрузка, тяжелый пуск двигателей
- реверсирование мощных двигателей без остановки, тяжелый пуск двигателей

#### **Что называется аварийным режимом?**

- + изменение состояния сети, не предусмотренное эксплуатационными характеристиками, результатом которого является резкое изменение токов или напряжений, из-за чего создаётся угроза выхода из строя потребителей или участков сети, а также угроза для жизни людей и животных
- режим, при котором соединяются две точки электрической цепи с разным потенциалом через малое переходное сопротивление
- режим, при котором соединяются через малое переходное сопротивление фазный провод и земля
- режим, при котором соединяются через малое переходное сопротивление фазный и нулевой проводники

#### **Что называется коротким замыканием?**

- изменение токов и напряжений при переходе системы из одного установленного состояния в другое
- режим, при котором в проводниках линии электропередачи, машин и аппаратов возникают токи, превышающие величины, допускаемые нормами
- режим работы сети, при котором соединяются накоротко два фазных провода.
- +режим, при котором соединяются две точки электрической цепи с разными потенциалами через малое переходное сопротивление

**Что называется режимом перегрузки?**

изменение токов и напряжений при переходе системы из одного установившегося состояния в другое

+режим, при котором в проводниках линии электропередачи, машин и аппаратов возникают токи, превышающие величины, допускаемые нормами

режим, при котором соединяются через малое переходное сопротивление два фазных провода

режим, при котором соединяются две точки электрической цепи с разным потенциалом через малое переходное сопротивление

**Что называется трехфазным коротким замыканием?**

режим, при котором соединяются через малое переходное сопротивление фазный провод и земля

режим, при котором соединяются через малое переходное сопротивление фазный и нулевой проводник

режим, при котором соединяются через малое переходное сопротивление два фазных провода

+режим, при котором соединяются через малое переходное сопротивление три фазных провода

**Что называется неметаллическим коротким замыканием?**

+короткое замыкание через переходное сопротивление (ветка, опора и т. д.)

непосредственное соединение двух разноименных фазных проводов

оба ответа верны

нет верного ответа

**Что называется металлическим коротким замыканием?**

короткое замыкание через переходное сопротивление (ветка, опора и т. д.)

+непосредственное соединение двух разноименных фазных проводов

оба ответа верны

нет верного ответа

**В сетях с каким типом заземления нейтрали может возникать трехфазное короткое замыкание?**

в сетях с глухозаземленной нейтралью

в сетях с изолированной нейтралью

в сетях с эффективно заземленной нейтралью

+во всех вышеперечисленных видах сетей

**Причиной возникновения трехфазного короткого замыкания может быть:**

грозовые перенапряжения

повышение сетевого напряжения

+схлестывание проводов

загрязнение изоляции

**Последствием трехфазного короткого замыкания может быть:**

повышение сетевого напряжения

+взгорание изоляции

загрязнение изоляции

изменение типа заземления нейтрали

**Уравнение для расчета тока трехфазного короткого замыкания в конце линии:**

$$+ I_K = \frac{U_L}{\sqrt{3}(Z_T + Z_L)}$$

$$I_K = \frac{U_L}{\sqrt{3}(Z_T)}$$

$$I_K = \frac{U_L}{\sqrt{3} \left( \frac{Z_{T0,4}^{(1)}}{3} + Z_{nem} \right)}$$

**Уравнение для расчета тока трехфазного короткого замыкания в начале линии:**

$$I_K = \frac{U_L}{\sqrt{3}(Z_T + Z_L)}$$

$$+ I_K = \frac{U_L}{\sqrt{3}(Z_T)}$$

$$I_K = \frac{U_L}{\sqrt{3} \left( \frac{Z_{T0,4}^{(1)}}{3} + Z_{nem} \right)}$$

$$I_K = \frac{U_L}{2(Z_{L10}^{0,4} + Z_{T0,4} + Z_{L0,38})}$$

**Как изменится напряжение у потребителя при трехфазном коротком замыкании выше по линии?**

останется прежним

уменьшится

увеличится

+будет равно нулю

**Как изменится напряжение у потребителя при трехфазном коротком замыкании ниже по линии?**

останется прежним  
+ уменьшится  
увеличится  
будет равно нулю

**Что такое ударный ток короткого замыкания?**

+ максимальное амплитудное значение тока короткого замыкания, наступающее через половину периода после его начала  
амплитудное значение тока короткого замыкания  
действующее значение тока короткого замыкания  
мгновенное значение тока короткого замыкания

**Ударный ток трехфазного короткого замыкания рассчитывают по формуле:**

+

**Ударный коэффициент рассчитывается по формуле:**

+

**В каких пределах принимают ударный коэффициент тока короткого замыкания для сетей сельскохозяйственного назначения?**

1...2  
1...1,2  
1,8  
+1,2...1,4

**В каких пределах принимают ударный коэффициент тока короткого замыкания для сетей промышленного назначения?**

1...2  
1...1,2  
1,8  
1,2...1,4

**Что такое начальная фаза короткого замыкания?**

- + угол от момента перехода синусоиды через нуль при возрастании мгновенных значений до момента возникновения короткого замыкания
- угол между током и напряжением
- угол между током и мощностью
- угол между токами в разных фазах

**Из каких составляющих складывается ток трехфазного короткого замыкания?**

- только свободной
- только принужденной
- +свободной и принужденной
- принужденной в одной фазе и принужденной в другой фазе

**В каком случае ударный ток трехфазного короткого замыкания будет больше?**

- если угол короткого замыкания совпадает с начальной фазой и присутствует ток нагрузки
- если угол короткого замыкания совпадает с начальной фазой и отсутствует ток нагрузки
- если угол короткого замыкания отличается от начальной фазы на угол 90° и присутствует ток нагрузки
- +если угол короткого замыкания отличается от начальной фазы на угол 90° и отсутствует ток нагрузки

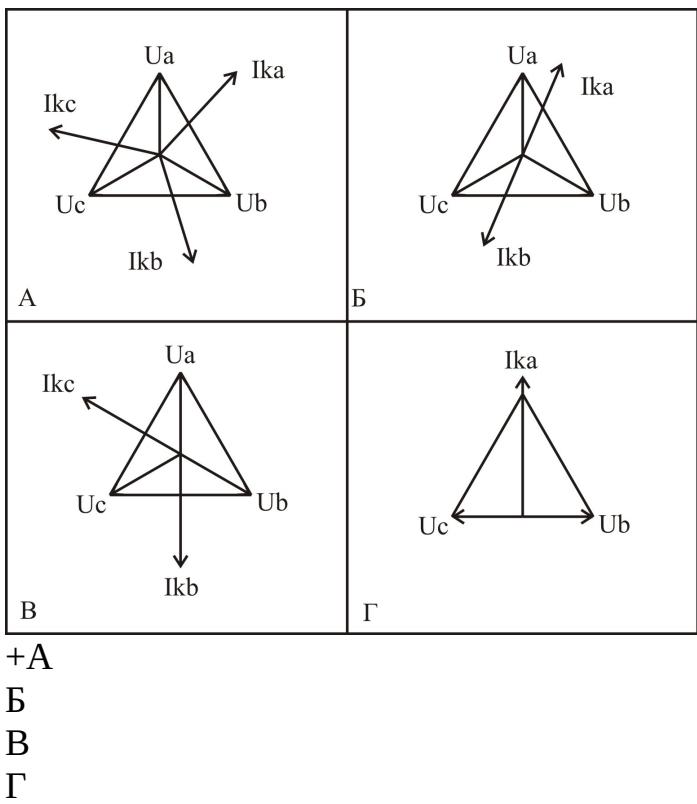
**Как влияет наличие тока нагрузки на значение свободной составляющей?**

- свободная составляющая не изменяется
- + свободная составляющая уменьшается
- свободная составляющая увеличивается
- свободная составляющая смещается относительно напряжения

**От чего зависит значение принужденной составляющей тока короткого замыкания?**

- +от напряжения и сопротивления
- от напряжения
- от сопротивления
- от значения коэффициента мощности

**Векторные диаграммы токов и напряжений при трехфазном коротком замыкании:**



### **От чего зависит величина тока трехфазного короткого замыкания?**

- + от напряжения сети, сопротивления трансформатора, сопротивления линии электропередачи до точки короткого замыкания
- от количества включенных электродвигателей
- от качества монтажа линий электропередачи
- от расстояния между проводами и землей

**Постоянная времени  $T$  (с) цепи с индуктивностью  $L$  (Гн) и активным сопротивлением  $R$  (Ом) определяется по формуле:**

$$+ T = L / R$$

$$T = R / L$$

$$T = RL$$

$$T = R + L$$

**Подпитку точки КЗ от двигателей в сетях до 1000 В следует учитывать, если:**

- + суммарный номинальный ток двигателей не превышает 10% значения периодической составляющей тока КЗ  
если установлено двигателей больше 4
- суммарный номинальный ток двигателей не превышает 5% значения периодической составляющей тока КЗ  
если к линии электропередачи подключены только электродвигатели

## **Вопросы для защиты практических работ (собеседования)**

1. Дайте определение термину короткое замыкание.
2. Запишите формулу для нахождения тока трехфазного короткого замыкания.
3. Изобразите векторную диаграмму напряжений у потребителя при трехфазном коротком замыкании выше по линии.
4. Назовите электрический аппарат, защищающий от коротких замыканий.
5. Зарисуйте векторную диаграмму токов и напряжений при трехфазном коротком замыкании.
6. Назовите опасности короткого замыкания.
7. Дайте определение термину ударное значение тока короткого замыкания.
8. Назовите причины возникновения коротких замыканий.
9. Что такое именованная единица?
10. Перечислите основные именованные единицы, используемые в электротехнике.
11. Запишите формулу для расчета тока однофазного короткого замыкания в именованных единицах.
12. Постройте векторную диаграмму напряжений у потребителя, если произошло однофазное короткое замыкание выше по линии.
13. Запишите формулу для расчета тока двухфазного короткого замыкания в именованных единицах.
14. Постройте векторную диаграмму напряжений и токов при трехфазном коротком замыкании.
15. Чем ограничивается ток короткого замыкания произошедшего на шинах подстанции?

**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
ИД-1 <sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей ИД-2 <sub>ПКос-1</sub> Находит и анализирует информацию для решения поставленной задачи. ИД-3 <sub>ПКос-1</sub> . Использует информационные технологии для контроля и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов	Студент принимает активное участие в ходе проведения практических занятий, правильно отвечает на поставленные вопросы, знает основную терминологию, умеет определять токи короткого замыкания в сетях различного класса напряжения, строить график переходного процесса при коротком замыкании, может пояснить уравнение переходного процесса; умеет находить и анализировать информацию для решения поставленной задачи; готов использовать информационные технологии для контроля и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей

## **Модуль: «Расчёт токов короткого замыкания в именованных единицах»**

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

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

**Какие единицы измерения называют именованными?**

+названные в честь ученых, открывших их (Георг Ом, Андре Мари Ампер, Alessandro Вольт)

единицы измерения, записываемые с большой буквы

единицы измерения, имеющие приставку кило-, милли- и т.д.

единицы измерения, не имеющие приставки кило-, милли- и т. д.

**На какой нагрузке вектор тока отстает от вектора напряжения?**

на активной

на емкостной

+на индуктивной

на индуктивно-емкостной

**На какой нагрузке вектор тока опережает вектор напряжения?**

на активной

+на емкостной

на индуктивной

на индуктивно-емкостной

**На какой нагрузке вектор тока совпадает с вектором напряжения?**

+на активной

на емкостной

на индуктивной

на индуктивно-емкостной

**Каков характер тока трёхфазного, двухфазного, однофазного короткого замыканий?**

активный

реактивный

емкостной

+индуктивный

**Простейшая трёхфазная цепь – это:**

несимметричная трёхфазная цепь с сосредоточенными параметрами при отсутствии трансформаторных связей

+симметричная трёхфазная цепь с сосредоточенными параметрами при отсутствии трансформаторных связей

симметричная трёхфазная цепь с распределенными параметрами при отсутствии трансформаторных связей

симметричная трёхфазная цепь с сосредоточенными параметрами при наличии трансформаторных связей

**Какие допущения принимают при расчете тока короткого замыкания?**  
точка короткого замыкания питается от источника неограниченной мощности  
все фазы имеют одинаковое активно-индуктивное сопротивление  
частота тока в сети при КЗ не изменяется  
+все перечисленные ответы верны

**Что называется источником неограниченной мощности?**

любой синхронный генератор  
+такая точка в сети, в которой при любом режиме работы потребителя напряжение изменяется не более чем на 5%  
любая точка электрической сети  
все перечисленные ответы верны

**Аварийными режимами в сетях с изолированной нейтралью являются:**

+трехфазное короткое замыкание, двухфазное замыкание, двойное замыкание на землю, перегрузка  
трехфазное короткое замыкание, двухфазное замыкание, двойное замыкание на землю, однофазное замыкание на землю, перегрузка  
трехфазное короткое замыкание, двухфазное замыкание, однофазное замыкание на землю  
трехфазное короткое замыкание, однофазное замыкание на землю, перегрузка

**Чем опасны двойные замыкания на землю?**

ничем не опасны  
переходом в трехфазные замыкания  
+ переходом в двухфазные замыкания  
обрывом проводов

**С какой целью рассчитывают ток однофазного короткого замыкания в конце линии?**

для проверки аппаратов на термическую стойкость  
+для расчета защиты  
для выбора проводов  
все ответы верны

**Что называется однофазным коротким замыканием?**

режим, при котором соединяются через малое переходное сопротивление фазный провод и земля  
режим, при котором соединяются через малое переходное сопротивление фазный и нулевой проводники  
+верны первый и второй ответы

режим, при котором соединяются через малое переходное сопротивление два фазных провода

**Что называется двухфазным коротким замыканием?**

режим, при котором соединяются через малое переходное сопротивление фазный провод и земля

режим, при котором соединяются через малое переходное сопротивление фазный и нулевой проводники

+ режим, при котором соединяются через малое переходное сопротивление два фазных провода

режим, при котором соединяются через малое переходное сопротивление три фазных провода

**Формула для расчета тока двухфазного короткого замыкания в конце линии:**

$$I_K = \frac{U_L}{\sqrt{3}(Z_T + Z_L)}$$

$$I_K = \frac{U_L}{\sqrt{3}(Z_T)}$$

$$I_K = \frac{U_L}{\sqrt{3} \left( \frac{Z_{T0,4}^{(1)}}{3} + Z_{nem} \right)}$$

+

**Формула для расчета тока однофазного короткого замыкания в конце линии:**

$$I_K = \frac{U_L}{\sqrt{3}(Z_T + Z_L)}$$

$$I_K = \frac{U_L}{\sqrt{3}(Z_T)}$$

$$+ I_K = \frac{U_L}{\sqrt{3} \left( \frac{Z_{T0,4}^{(1)}}{3} + Z_{nem} \right)}$$

$$I_K = \frac{U_L}{\sqrt{3} \left( \frac{Z_{T0,4}^{(1)}}{3} \right)}$$

**Формула для расчета тока однофазного короткого замыкания возле трансформатора:**

$$I_K = \frac{U_{\pi}}{\sqrt{3}(Z_T + Z_{\pi})}$$

$$I_K = \frac{U_{\pi}}{\sqrt{3}(Z_T)}$$

$$+ I_K = \frac{U_{\pi}}{\sqrt{3}\left(\frac{Z_{T0,4}^{(1)}}{3}\right)}$$

$$I_K = \frac{U_{\pi}}{\sqrt{3}\left(\frac{Z_{T0,4}^{(1)}}{3} + Z_{nem}\right)}$$

**Какое значение тока короткого замыкания рассчитывается по формуле**

$$I_K = \frac{U_{\pi}}{\sqrt{3}(Z_T + Z_{\pi})}?$$

+ действующее  
амплитудное  
ударное  
мгновенное

**Формула для расчета мгновенного значения тока короткого замыкания:**

$$I_K = \frac{U_{\pi}}{\sqrt{3}(Z_T + Z_{\pi})}$$

$$\varphi_K = \arctg \frac{X_k}{R_k}$$

$$+ i_K = I_K \sin \varphi_K t$$

**Формула для расчета угла «φ» при коротком замыкании:**

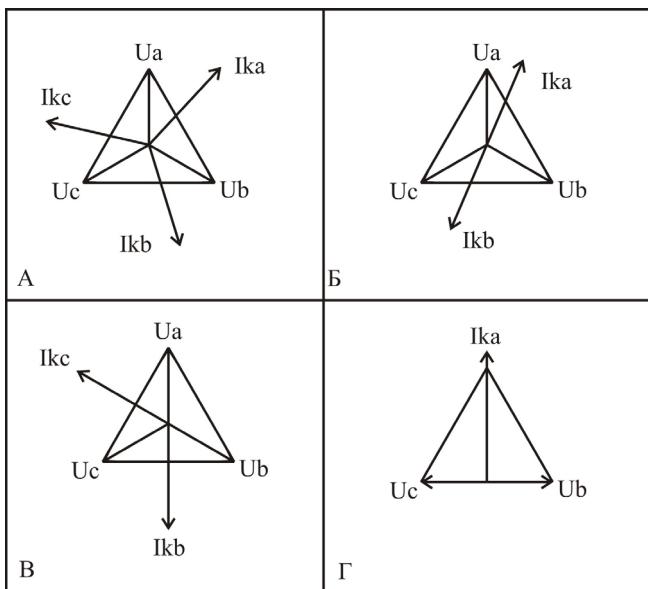
$$I_K = \frac{U_{\pi}}{\sqrt{3}(Z_T + Z_{\pi})}$$

+

$$\varphi_K = \arctg \frac{X_k}{R_k}$$

$$i_K = I_K \sin \varphi_K t$$

**Векторная диаграмма токов и напряжений при двухфазном коротком замыкании:**



А

+Б

В

Г

**Какими сопротивлениями обладает протяженная линия электропередачи?**

только активным

только индуктивным

+активно-индуктивным

активно-емкостным

**Как изменится активное сопротивление линии при увеличении расстояния между фазными проводниками?**

+не изменится

уменьшится

увеличится

зависит от активного сопротивления

**Как изменится реактивное сопротивление линии при увеличении расстояния между фазными проводниками?**

не изменится

уменьшится

+увеличится

зависит от активного сопротивления

**Верный порядок расчета тока короткого замыкания методом именованных единиц:**

+составить расчетную схему и схему замещения, рассчитать сопротивление до точки короткого замыкания, найти ток короткого замыкания

рассчитать сопротивление до точки короткого замыкания, найти ток короткого замыкания

составить расчетную схему, рассчитать сопротивление до точки короткого замыкания, найти ток короткого замыкания составить схему замещения  
найти ток короткого замыкания, составить расчетную схему, составить схему замещения, рассчитать сопротивление до точки короткого замыкания

### **Что показывает угол нагрузки?**

мощность

+отставание или опережение тока нагрузки напряжением

действующее значение тока нагрузки

амплитудное значение тока нагрузки

### **По какому пути будет протекать ток однофазного короткого замыкания?**

+по одной обмотке трансформатора, фазному проводу, точке короткого замыкания, нулевому проводнику

по одной обмотке трансформатора, фазному проводу, точке короткого замыкания, фазному проводу, другой обмотке трансформатора

по трем обмоткам трансформатора, двум линейным проводникам, точке короткого замыкания

по трем обмоткам трансформатора, трем линейным проводникам, точке короткого замыкания

### **По какому пути будет протекать ток однофазного короткого замыкания на землю?**

+по одной обмотке трансформатора, фазному проводу, точке короткого замыкания, земле, заземлению подстанции

по одной обмотке трансформатора, фазному проводу, точке короткого замыкания, фазному проводу, другой обмотке трансформатора

по трем обмоткам трансформатора, двум линейным проводникам, точке короткого замыкания

по трем обмоткам трансформатора, трем линейным проводникам, точке короткого замыкания

### **По какому пути будет протекать ток двухфазного короткого замыкания на землю?**

по одной обмотке трансформатора, фазному проводу, точке короткого замыкания, земле, заземлению подстанции

+по одной обмотке трансформатора, фазному проводу, точке короткого замыкания, фазному проводу, другой обмотке трансформатора

по трем обмоткам трансформатора, двум линейным проводникам, точке короткого замыкания

по трем обмоткам трансформатора, трем линейным проводникам, точке короткого замыкания

**По какому пути будет протекать ток трехфазного короткого замыкания на землю?**

по одной обмотке трансформатора, фазному проводу, точке короткого замыкания, земле, заземлению подстанции

по одной обмотке трансформатора, фазному проводу, точке короткого замыкания, фазному проводу, другой обмотке трансформатора

по трем обмоткам трансформатора, двум линейным проводникам, точке короткого замыкания

+ по трем обмоткам трансформатора, трем линейным проводникам, точке короткого замыкания

**Сопротивление сети 10 кВ приводится к напряжению сети 0,4 кВ:**

умножением на коэффициент приведения

умножением на коэффициент приведения в квадрате

+ умножением на коэффициент трансформации в квадрате

умножением на коэффициент приведения и делением на коэффициент трансформации

**Режимы работы электрической сети делятся на:**

+ установившиеся, переходные

меняющиеся, действующие

действующие, мгновенные

мгновенные, установившиеся

**Несимметричные к.з. – это:**

+ короткое замыкание в электроустановке, при котором одна из ее фаз находится в условиях, отличных от условий других фаз

короткое замыкание в электроустановке с разным расстоянием до фаз

все короткие замыкания

короткое замыкание в электроустановке, при котором все фазы находятся в одинаковых условиях

**Вопросы для защиты практических работ (собеседования)**

1. Дайте определение термину «короткое замыкание».

2. Запишите формулу для нахождения тока трехфазного короткого замыкания.

3. Изобразите векторную диаграмму напряжений у потребителя при трехфазном коротком замыкании выше по линии.

4. Назовите электрический аппарат, защищающий от коротких замыканий.

5. Зарисуйте векторную диаграмму токов и напряжений при трехфазном коротком замыкании.
6. Назовите опасности короткого замыкания.
7. Дайте определение термину ударное значение тока короткого замыкания.
8. Назовите причины возникновения коротких замыканий.
9. Что такое именованная единица?
10. Перечислите основные именованные единицы, используемые в электротехнике.
11. Запишите формулу для расчета тока однофазного короткого замыкания в именованных единицах.
12. Постройте векторную диаграмму напряжений у потребителя, если произошло однофазное короткое замыкание выше по линии.
13. Запишите формулу для расчета тока двухфазного короткого замыкания в именованных единицах.
14. Постройте векторную диаграмму напряжений и токов при трехфазном коротком замыкании.
15. Чем ограничивается ток короткого замыкания произошедшего на шинах подстанции?

**Таблица 4 – Критерии оценки сформированности компетенций**

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерий оценивания сформированности компетенции (части компетенции)
	соответствует оценке «зачтено» 50-100% от максимального балла
ИД-1ПКос-1 Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей ИД-2ПКос-1 Находит и анализирует информацию для решения поставленной задачи. ИД-3ПКос-1. Использует информационные технологии для контроля и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов	Студент принимает активное участие в ходе проведения практических занятий, правильно отвечает на поставленные вопросы, знает основную терминологию, знает методику расчёта токов короткого замыкания в цепях с трансформаторными связями; умеет находить и анализировать информацию для решения поставленной задачи; готов использовать информационные технологии для контроля и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей

## Модуль: «Расчёт токов короткого замыкания в относительных единицах»

### Компьютерное тестирование (ТСк)

Выберите один правильный вариант ответа и нажмите кнопку «Далее»

**Что называется относительными величинами?**

- + безразмерные величины, приведенные к одному номинальному значению (напряжения, тока, мощности)
- одни величины, выраженные через другие величины без единиц измерения
- бессистемные величины

**Какой уровень напряжения принимается за номинальное?**

- всегда 380 В
- всегда линейное напряжение
- + тот уровень напряжения, на котором ведутся расчеты
- напряжение источника

**Формула для нахождения напряжения в относительных единицах:**

$$+ U_H = \frac{U_\phi}{U_H}$$

$$U_H = \frac{U_H}{U_H}$$

$$U_H = \frac{U}{100}$$

$$U_H = \frac{U_H}{400}$$

**Какое напряжение принимают за базисное?**

- + среднее на участке сети
- линейное
- фазное
- действующее

**Верный порядок перехода именованных сопротивлений к относительным базисным:**

- + вычислить сопротивление элемента сети в Омах, привести сопротивление к базисному напряжению той ступени, на которой рассчитывается ток короткого замыкания, отнести сопротивление к базисному сопротивлению
- вычислить сопротивление элемента сети в Омах, отнести сопротивление к базисному сопротивлению
- вычислить сопротивление элемента сети в Омах, привести сопротивление к базисному напряжению той ступени

вычислить сопротивление элемента сети в Омах

**Чем руководствуются при выборе базисной мощности?**

базисная мощность равна мощности потребителя

+базисная мощность выбирается произвольно

базисная мощность равна мощности трансформатора

базисная мощность всегда равна 100 кВА

**Как рассчитывать ток короткого замыкания, если относительное расчётное сопротивление меньше трёх?**

+использовать метод расчётных кривых генератора, относительную ЭДС

генератора

по законам Кирхгофа

по закону Ома

все ответы верны

**Из каких стадий состоит переходный процесс при коротком замыкании вблизи генератора?**

+сверхпроводной процесс, стадия затухания, установившийся режим

сверхпроводной процесс, установившийся режим

переходный процесс, стадия затухания, установившийся режим

установившийся режим, переходный процесс, стадия затухания, установившийся режим

**Каково соотношение токов в сверхпроводном режиме, стадии затухания, установившемся режиме?**

+ $I_{\text{сверх}} > I_{\text{затух}} > I_{\text{установ}}$

$I_{\text{сверх}} = I_{\text{затух}} = I_{\text{установ}}$

$I_{\text{сверх}} > I_{\text{затух}} = I_{\text{установ}}$

$I_{\text{сверх}} = I_{\text{затух}} > I_{\text{установ}}$

**Каково соотношение сопротивлений в сверхпроводном режиме, стадии затухания, установившемся режиме?**

$Z_{\text{сверх}} = Z_{\text{затух}} = Z_{\text{установ}}$

+ $Z_{\text{сверх}} < Z_{\text{затух}} < Z_{\text{установ}}$

$Z_{\text{сверх}} > Z_{\text{затух}} > Z_{\text{установ}}$

$Z_{\text{сверх}} = Z_{\text{затух}} = Z_{\text{установ}}$

**По току какого режима короткого замыкания вблизи генератора выбирают оборудование?**

+сверхпроводной

затухания

установившийся режим

номинальный режим

**По току какого режима короткого замыкания вблизи генератора оборудование проверяют на отключающую способность?**

Сверхпроводной  
+ затухания  
установившийся режим  
номинальный режим

**По току какого режима короткого замыкания вблизи генератора проверяют чувствительность релейной защиты?**

сверхпроводной  
затухания  
+установившийся режим  
номинальный режим

**Как влияет автоматическое регулирование возбуждения генератора на ток близкого КЗ?**

никак не влияет  
мгновенно увеличивает величину тока после начала КЗ  
+увеличивает величину тока КЗ через небольшой промежуток времени после начала КЗ  
ток не увеличивается, а напряжение стабилизируется

**Что произойдёт с током короткого замыкания, если базисную мощность увеличить в 10 раз?**

+увеличится в 10 раз  
уменьшится в 10 раз  
увеличится в 2 раза  
не изменится

**Что отражают расчётные кривые генератора?**

зависимость тока короткого замыкания от сопротивления до точки короткого замыкания  
зависимость периодической составляющей от тока короткого замыкания  
+ зависимость периодической составляющей от сопротивления до точки короткого замыкания  
зависимость действующего напряжения от сопротивления

**Как называется сопротивление генератора в начальный момент времени?**

+сверхпроводное сопротивление  
переходное сопротивление  
номинальное сопротивление

сопротивление короткого замыкания

**Что такое АВР и для чего используется?**

- +автоматическое включение резерва, для включения резервирующих линий
- автоматическое включение реактора, для уменьшения тока КЗ
- автоматическое включение разрыва, для включения линии
- автоматическое восстановление работы, для включения нескольких линий

**В чём состоит особенность расчёта токов короткого замыкания от источника ограниченной мощности (генератора)?**

- +необходимо учитывать уменьшение напряжения
- необходимо учитывать увеличение напряжения
- необходимо учитывать резкое увеличение напряжения
- особенностей нет

**В каком случае расчет ведется по расчетным кривым генераторов?**

- если относительное расчётное сопротивление больше трёх
- +если относительное расчётное сопротивление меньше трёх
- если относительное расчётное сопротивление меньше двух
- если относительное расчётное сопротивление меньше одного

**Вопросы для защиты практических работ (собеседования)**

1. Что такое относительные единицы?
2. Как вычислить сопротивление линии электропередачи в именованных единицах?
3. Для чего используются базисные величины токов и напряжений?
4. Что называется источником неограниченной мощности?
5. Почему величину базисной мощности выбирают произвольно?
6. Опишите методику расчета токов короткого замыкания в базисных единицах.
8. Что произойдет с током короткого замыкания, если базисную мощность увеличить в 10 раз?

**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-1ПКос-1 Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей ИД-2ПКос-1 Находит и анализирует информацию для решения поставленной задачи. ИД-3ПКос-1. Использует информационные технологии для контроля и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов	Студент принимает активное участие в ходе проведения практических занятий, правильно отвечает на поставленные вопросы, знает основную терминологию, знает и демонстрирует методику расчёта токов короткого замыкания в относительных единицах, а также особенности применения методики; умеет находить и анализировать информацию для решения поставленной задачи; готов использовать информационные технологии для контроля и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей

**Модуль: «Электродинамическое действие токов короткого замыкания»****Компьютерное тестирование (ТСк)**

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

**Формула для нахождения максимальной силы, действующей на проводник при КЗ:**

$$+ F_{\max} = 1,73 \cdot 10^{-7} (i_{yD}^{(3)})^2 \frac{L}{a}$$

$$W = \frac{h^2 b}{6}$$

$$W = \frac{hb^2}{6}$$

$$\Sigma = \frac{M_{изоб}}{W}$$

**По какому правилу определяется направление силы, действующей на проводник в магнитном поле?**

- по правилу правой руки
- по правилу буравчика
- +по правилу левой руки
- по законам Кирхгофа

**Как называется сила, действующая на проводник с током в магнитном поле?**

+сила Ампера  
сила Лоренса  
сила Вольта  
сила Ньютона

**Условие возникновения силы воздействующей на провод в магнитном поле:**

+наличие тока в проводе  
наличие изоляции провода  
наличие стальной жилы в проводе  
расщепленная фаза

**По какому правилу определяется направление магнитных линий?**

+правило правой руки (буравчика)  
по правилу левой руки  
по законам Кирхгофа  
направление магнитных линий совпадает с направлением тока

**От чего зависит возможность схлестывания проводов?**

от тока нагрузки  
от коэффициента мощности  
+длины одного пролета, от веса провода, от величины динамических сил при коротком замыкании  
от габарита линии

**Чем опасны сверхдопустимые динамические силы при КЗ?**

возможно нагревание проводов  
+возможно схлестывание проводов, разрушение шин на подстанции  
возможно появления эффекта вибрации  
возможно появления эффекта пляски проводов

**Как проверить возможность схлестывания провода линии электропередачи?**

+сравнить необходимое усилие для схлестывания с максимально возможным  
сравнить ток короткого замыкания в конкретной точке с максимально возможным  
сравнить допустимое напряжение в материале с максимально возможным  
сравнить допустимое напряжение в материале с минимально возможным

**Как проверить шины подстанции на возможность разрушения при КЗ?**

сравнить необходимое усилие для схлестывания с максимально возможным  
сравнить ток короткого замыкания в конкретной точке с максимально возможным  
+сравнить допустимое напряжение в материале шины с максимально возможным

сравнить допустимое напряжение в материале с минимально возможным

**Формула для расчета напряжения в материале шины:**

$$F_{\max} = 1,73 \cdot 10^{-7} (i_{YD}^{(3)})^2 \frac{L}{a}$$

$$W = \frac{h^2 b}{6}$$

$$W = \frac{hb^2}{6}$$

$$+ \Sigma = \frac{M_{узб}}{W}$$

**При каком виде короткого замыкания проверяются проводники ЛЭП на схлестывание?**

- +трехфазном замыкании
- двухфазном замыкании
- однофазном замыкании
- двойном замыкании на землю

**Как будут вести себя параллельные проводники, если по ним протекает ток в одном направлении?**

- +будут отталкиваться
- будут притягиваться
- останутся неподвижны
- один останется на месте, другой будет отталкиваться

**Как будут вести себя параллельные проводники, если по ним протекает ток в разных направлениях?**

- будут отталкиваться
- +будут притягиваться
- останутся неподвижными
- один останется на месте, другой будет отталкиваться

**С какой целью определяются динамические силы при коротком замыкании?**

- +для проверки выбранных аппаратов по условиям динамической устойчивости
- для проверки выбранных аппаратов по условиям термической стойкости
- для статистики
- все ответы верны

**Какая шина подвергается наибольшему динамическому воздействию при горизонтальном расположении шин?**

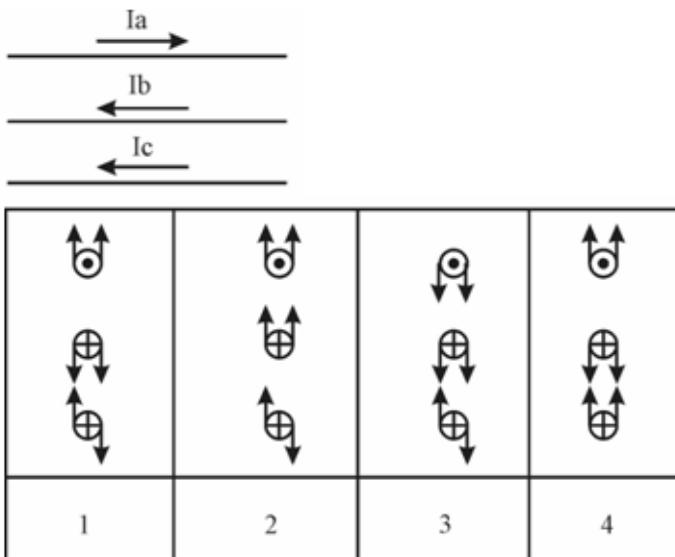
- +средняя
- крайняя левая

крайняя правая  
верхняя

**Для какой длины определяют схлестывание проводов?**

- для всей линии
- для одного километра
- для двух пролетов
- +для одного пролета

**Верная картина динамических сил при трехфазном коротком замыкании:**



- +1
- 2
- 3
- 4

### **Вопросы для защиты практических работ (собеседования)**

1. В чем выражается электродинамическое действие тока короткого замыкания?
2. В чем опасность чрезмерного электродинамического действия тока короткого замыкания?
3. Приведите пример расчетов электродинамического действия тока короткого замыкания.
4. Зарисуйте направление сил действующих на проводник с током находящийся в магнитном поле.
5. Как проверить на схватывание провода линии электропередачи?
6. При каком виде короткого замыкания проверяются проводники ЛЭП на схлестывание?
7. Как уменьшить электродинамические силы, действующие на проводники при коротком замыкании?

**Таблица 6 – 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-1 <sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей ИД-2 <sub>ПКос-1</sub> Находит и анализирует информацию для решения поставленной задачи. ИД-3 <sub>ПКос-1</sub> . Использует информационные технологии для контроля и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов	принимает активное участие в ходе проведения практических занятий, правильно отвечает на поставленные вопросы, знает основную терминологию, знает методику расчёта электродинамических сил возникающих в проводниках при коротких замыканиях; умеет находить и анализировать информацию для решения поставленной задачи; готов использовать информационные технологии для контроля и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей

**Модуль: «Термическое действие токов короткого замыкания»****Компьютерное тестирование (ТСк)**

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

**Вследствие чего провод нагревается при КЗ?**

- + протекания тока КЗ
- протекания тока нагрузки
- резкого изменения тока
- быстрого отключения тока КЗ

**Каковы последствия длительного протекания аварийного тока по проводам?**

- возникает вибрация проводов
- возникает пляска проводов
- + возможно возгорание изоляции
- все ответы верны

**С какой целью определяется термическое воздействие тока КЗ?**

- + для проверки проводов на термическую устойчивость
- для проверки проводов на динамическую устойчивость
- для статистики
- все ответы верны

**Что такое постоянная времени нагрева?**

- время нагрева провода токами короткого замыкания
- время короткого замыкания

+время, за которое нагреется тело до установившейся температуры, без выделения тепла в окружающую среду  
время нагрева и остывания аппаратов при коротких замыканиях

**Почему характер нагрева проводов при КЗ считают адиабатическим?**

+проводы не успевают нагреться до установившейся температуры от момента начала КЗ и момента его отключения

проводы успевают нагреться до установившейся температуры от момента начала КЗ и момента его отключения

проводы не успевают нагреться и охладиться до установившейся температуры от момента начала КЗ и момента его отключения

проводы успевают нагреться и охладиться до установившейся температуры от момента начала КЗ и момента его отключения

**Уравнение теплового баланса проводника:**

$$T = \frac{Cm}{AS}$$

$$+ dQ_{BD} = dQ_{BH} + dQ_{PC}$$

$$T = T_{y_{cm}} \left( 1 - e^{-\frac{t}{T}} \right)$$

$$T = \Theta_{PP} - \Theta_{OC}$$

**Формула для определения изменения температуры проводника при нагреве:**

$$+ T = T_{y_{cm}} \left( 1 - e^{-\frac{t}{T}} \right) - T_0 e^{-\frac{t}{T}}$$

$$T = \Theta_{PP} - \Theta_{OC}$$

$$dQ_{BD} = dQ_{BH} + dQ_{PC}$$

$$T = \frac{Cm}{AS}$$

**Формула для определения изменения температуры проводника при остывании:**

$$T = T_{y_{cm}} \left( 1 - e^{-\frac{t}{T}} \right) - T_0 e^{-\frac{t}{T}}$$

$$dQ_{BD} = dQ_{BH} + dQ_{PC}$$

$$T = \frac{Cm}{AS}$$

$$+T = T_0 e^{-\frac{t}{T}}$$

**При каком условии коммутационный аппарат считается термически устойчивым?**

$$+(k_{TEP} I_H)^2 t_{TEP} \geq I_{K3}^2 (t_{O.B.} + t_{P3} + T_A)$$

$$dQ_{BD} = dQ_{BH} + dQ_{PC}$$

$$T = T_{y_{cm}} \left( 1 - e^{-\frac{t}{T}} \right) - T_0 e^{-\frac{t}{T}}$$

$$T = \Theta_{PP} - \Theta_{OC}$$

**Температура – это:**

+мера средней кинетической энергии тела

нагрев тела

нагрев и охлаждение тела

степень нагрева

**Вопросы для защиты практических работ (собеседования)**

1. В результате чего оказывается значительное термическое воздействие на проводники и аппарат?

2. В чем опасность длительного термического воздействия на проводники и аппараты?

3. Каким образом обезопасить проводники и аппараты от длительного термического воздействия тока?

4. Как найти температуру проводника при длительном протекании тока короткого замыкания?

5. Что показывает температурный коэффициент сопротивления?

6. Что показывает постоянная времени нагрева?

8. Что означает термин адиабатический процесс?

**Таблица 7 – Критерии оценки сформированности компетенций**

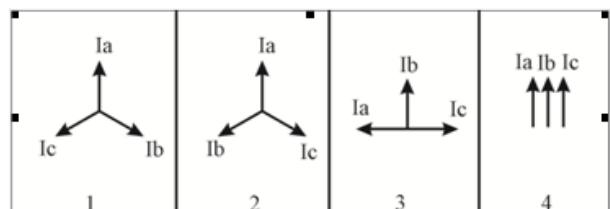
Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)
	соответствует оценке «зачтено» 50-100% от максимального балла
ИД-1 <sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей ИД-2 <sub>ПКос-1</sub> Находит и анализирует информацию для решения поставленной задачи. ИД-3 <sub>ПКос-1</sub> . Использует информационные технологии для контроля и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов	Студент принимает активное участие в ходе проведения практических занятий, правильно отвечает на поставленные вопросы, знает основную терминологию, знает методику расчёта термического воздействия на проводники при коротких замыканиях; умеет находить и анализировать информацию для решения поставленной задачи; готов использовать информационные технологии для контроля и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей

### **Модуль: «Теория симметричных составляющих»**

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

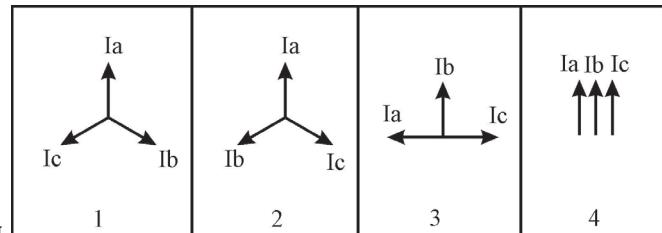
*Выберите один правильный вариант ответа и нажмите кнопку «Далее»*  
**При помощи каких симметричных составляющих можно описать любой несимметричный режим?**

составляющих прямой, обратной последовательности  
+составляющих прямой, обратной, нулевой последовательности  
составляющих прямой последовательности  
составляющих нулевой последовательности



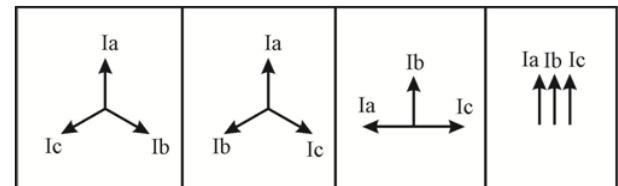
**Векторы прямой последовательности**

- +1
- 2
- 3
- 4



**Векторы обратной последовательности**

- 1
- +2
- 3
- 4



**Векторы нулевой последовательности**

- 1
- 2
- 3
- +4

**Чему равен оператор поворота?**

$$+a = e^{-j120}$$

$$a = e^{-j90}$$

$$a = 120$$

$$a = 90$$

**Как изменяются напряжения фаз В и С при замыкании фазы А на PEN проводник?**

- +увеличивается
- уменьшается
- остается прежним
- сначала увеличивается, затем уменьшается

**Из каких симметричных составляющих состоит ток однофазного КЗ по теории симметричных составляющих?**

- +из составляющих нулевой последовательности
- из составляющих прямой последовательности
- из составляющих обратной последовательности
- из составляющих всех последовательностей

**Как изменяется напряжение прямой последовательности при удалении от источника питания при однофазном КЗ?**

увеличивается  
+уменьшается  
остается прежним  
сначала увеличивается, затем уменьшается

**Как изменяется напряжение обратной последовательности при приближении к источнику питания при однофазном КЗ ?**

+увеличивается  
уменьшается  
остается прежним  
сначала увеличивается, затем уменьшается

**Как изменяется напряжение нулевой последовательности при приближении к источнику питания при однофазном КЗ ?**

+увеличивается  
уменьшается  
остается прежним  
сначала увеличивается, затем уменьшается

**В чем заключается опасность однофазного КЗ, в сети с изолированной нейтралью?**

+сложность выявления  
создание максимальных динамических усилий  
значительное изменение передаваемой мощности  
значительное изменение частоты

**Как рассчитать сопротивление петли фазный-нулевой провод?**

$$+ Z_{nem} = \sqrt{(R_\phi + R_n)^2 + (X_\phi + X_n)^2}$$

$$Z_{nem} = (R_\phi + R_n) + (X_\phi + X_n)$$

$$Z_{nem} = \sqrt{(R_\phi + X_\phi)^2 + (R_n + X_n)^2}$$

$$Z_{nem} = \sqrt{(R_\phi + R_n) + (X_\phi + X_n)}$$

**Для чего часть нейтралей трансформаторов в сетях 110 кВ и выше соединяют с землёй через разрядник?**

Для лучшего заземления  
+для защиты от перенапряжения  
для предотвращения неполнофазных режимов работы  
для согласования режимов работы сети

**Как изменится мощность трёхфазного нагревателя при обрыве линейного провода?**

увеличится  
+уменьшится

остается прежней  
сначала увеличится, затем уменьшится

**Как изменится момент на валу асинхронного электродвигателя при обрыве линейного провода?**

увеличится  
+уменьшится  
остается прежней  
сначала увеличится, затем уменьшится

**Почему сопротивление трансформатора току однофазного КЗ больше чем току трехфазного КЗ?**

+при однофазном замыкании магнитный поток замыкается через масло и бак трансформатора  
при однофазном замыкании электрический ток замыкается через масло и бак трансформатора  
при однофазном замыкании ток протекает по всем фазам  
при однофазном замыкании ток протекает только по двум фазам трансформатора

**Под действием какой ЭДС протекают токи прямой последовательности?**

+под действием ЭДС прямой последовательности  
под действием ЭДС обратной последовательности  
под действием ЭДС нулевой последовательности  
под действием ЭДС прямой и обратной последовательности

**Под действием какой ЭДС протекают токи обратной последовательности?**

под действием ЭДС прямой последовательности  
+под действием ЭДС обратной последовательности  
под действием ЭДС нулевой последовательности  
под действием ЭДС прямой и обратной последовательности

**Под действием какой ЭДС протекают токи нулевой последовательности?**

под действием ЭДС прямой последовательности  
под действием ЭДС обратной последовательности  
+под действием ЭДС нулевой последовательности  
под действием ЭДС прямой и обратной последовательности

**Чему равно сопротивление ЛЭП 0,38 кВ токам прямой, обратной и нулевой последовательности?**

$$+ Z_1 = Z_2; \quad Z_1 = \sqrt{(R_0^2 + X_0^2)}L; \quad Z_0 = Z_\phi + 3Z_n \\ Z_1 = Z_2 = Z_0 \\ 2Z_1 = Z_2 = Z_0 \\ Z_1 = Z_2 = 2Z_0$$

**Чему равно сопротивление трансформатора токам прямой и обратной последовательности?**

$$Z_1 = 2Z_2 = Z_T; \quad Z_0 = Z_T^I$$

$$Z_1 = Z_2 = Z_T; Z_0 = 0$$

$$+ Z_1 = Z_2 = Z_T$$

**За счет чего разогревается бак трансформатора при однофазном КЗ?**

за счет токов нулевой последовательности

за счет магнитных потоков прямой последовательности

за счет магнитных потоков обратной последовательности

+за счет магнитных потоков нулевой последовательности

**Как определить сопротивление трансформатора токам нулевой последовательности?**

из опыта холостого хода

+из опыта короткого замыкания

измерить ток при номинальной нагрузке

измерить ток при минимальной нагрузке

**Укажите, как в общем случае рассчитать составляющие прямой последовательности:**

$$A0 = \frac{1}{3}(A + B + C)$$

$$+ A1 = \frac{1}{3}(A + Ba + Ca^2)$$

$$A2 = \frac{1}{3}(A + Ba^2 + Ca)$$

$$A3 = (A + Ba^2 + Ca)$$

**Укажите, как в общем случае рассчитать составляющие обратной последовательности:**

$$A0 = \frac{1}{3}(A + B + C)$$

$$A1 = \frac{1}{3}(A + Ba + Ca^2)$$

$$+ A2 = \frac{1}{3}(A + Ba^2 + Ca)$$

$$A3 = (A + Ba^2 + Ca)$$

**Укажите, как в общем случае рассчитать составляющие нулевой последовательности:**

$$+ A0 = \frac{1}{3}(A + B + C)$$

$$A1 = \frac{1}{3}(A + Ba + Ca^2)$$

$$A2 = \frac{1}{3}(A + Ba^2 + Ca)$$

$$A3 = (A + Ba^2 + Ca)$$

## **Вопросы для защиты практических работ (собеседования)**

1. В чем заключается особенность расчетов не симметричных режимов с применением теории симметричных составляющих?
2. Запишите уравнения для определения составляющих прямой, обратной, нулевой последовательностей напряжения.
3. Поясните расчет несимметричных режимов на примере однофазного короткого замыкания.
4. Запишите формулы для определения составляющих прямой, обратной, нулевой последовательностей тока.
5. Запишите формулы для определения составляющих прямой, обратной, нулевой последовательностей ЭДС.
6. Запишите формулы для определения сопротивлений прямой обратной и нулевой последовательностей линии электропередачи 0,38 кВ.
7. Запишите формулы для определения сопротивлений прямой, обратной и нулевой последовательностей трансформатора 10/0,4 кВ.
8. Запишите формулы для определения сопротивлений прямой, обратной и нулевой последовательностей реактора.

**Таблица 8 – 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-1 <sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей ИД-2 <sub>ПКос-1</sub> Находит и анализирует информацию для решения поставленной задачи. ИД-3 <sub>ПКос-1</sub> . Использует информационные технологии для контроля и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов	Студент принимает активное участие в ходе проведения практических занятий, правильно отвечает на поставленные вопросы, знает основную терминологию, понимает теорию разложения токов и напряжений на симметричные составляющие, может при помощи них производить анализ аварийных режимов; умеет находить и анализировать информацию для решения поставленной задачи; готов использовать информационные технологии для контроля и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей

## **Модуль: «Аварийные режимы в сетях с изолированной нейтралью»**

### **Компьютерное тестирование (Тск)**

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

**В каком классе сетей замыкание на землю не является аварийным режимом?**

+35/10 кВ.

110 В

500/0,4 кВ

35/10 В

**В сетях с изолированной нейтралью возникают следующие виды аварийных режимов:**

+замыкание на землю; двухфазные к.з.; 3х фазное к.з.; обрыв фазы  
замыкание на землю; двухфазные к.з.; 3х фазное к.з.; обрыв фазы; однофазные замыкания  
замыкание на землю; 3х фазное к.з.; обрыв фазы, однофазные замыкания  
замыкание на землю; двухфазные к.з.; 3х фазное к.з.; однофазные замыкания

**Что происходит с напряжением неповрежденных фаз относительно земли при замыкании на землю в сети 10 кВ?**

+увеличивается

уменьшается

остается прежним

сначала увеличивается, затем уменьшается

**От чего зависит ёмкость между фазами и землёй?**

от трансформатора

от нагрузки

+от расстояния между фазами и землёй, длины линии

от марки провода

**Формула для расчета тока короткого замыкания на землю для ВЛ с изолированной нейтралью при ведении приближенных расчетов:**

+

**Формула для расчета тока короткого замыкания на землю для КЛ с изолированной нейтралью при ведении приближенных расчетов:**

$$Z_1 = 2Z_2 = Z_T; Z_0 = Z_T^I$$

$$+ I_{k3} = \frac{U, \kappa B \cdot L, \text{км}}{10}$$

$$I_{k3} = \frac{U, \kappa B \cdot L, \text{км}}{350}$$

**Можно ли прикасаться к опорам линий 10 и 35 кВ?**

+нет, опоры могут быть под напряжением

да

только тыльной стороной руки

только ладонью

**Как на подстанции определяют наличие короткого замыкания на землю?**

+по наличию напряжения на вторичной обмотке трансформатора напряжения, соединенной в разомкнутый треугольник

измеряют напряжение между фазами и землей

при помощи силовых трансформаторов

по изменению тока

**Каковы последствия короткого замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью?**

+высыхание грунта под опорой, разрушение опоры

повреждение оборудования в результате токовых перегрузок

выход из строя трехфазных потребителей

превышение допустимой токовой нагрузки проводов и оборудования

**Как снизить ток замыкания на землю?**

установить короткозамыкатели

установить АПВ

+установить реакторы

установить трансформаторы большей мощности

**Сети каких классов напряжения эксплуатируются с изолированной нейтралью?**

0,38

+35/10

110/10

500/35

**Что понимается под емкостной проводимостью?**

включение конденсаторов на линейное напряжение

включение конденсаторов на фазное напряжение

включение конденсаторов к одной фазе и земле  
+емкость, образованная проводами линии и землей

**Какой характер имеет ток замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью?**

- активный
- апериодический
- + емкостной
- индуктивный

**Каким образом осуществляется компенсация емкостного тока замыкания на землю?**

- включением резистора в нейтраль источника питания
- +включением индуктивности в нейтраль источника питания
- включением емкости в нейтраль источника питания
- разземлением нейтрали

**Верное отношение между  $R$  и  $X$  для мощных силовых трансформаторах:**

- $R \gg X$
- $+R \ll X$
- $R = X$
- $R = 2X$

**При КЗ в трансформаторе по его обмоткам протекают...**

- периодическая и апериодическая составляющие тока КЗ
- переходная и сверхпереходная апериодические составляющие тока КЗ
- переходная и сверхпереходная периодические составляющие тока КЗ
- +переходная апериодическая, сверхпереходная апериодическая и периодическая составляющие тока КЗ

**Вопросы для защиты практических работ (собеседования)**

1. В каком классе сетей замыкание на землю не является аварийным режимом?
2. Зарисуйте контур протекания тока замыкания на землю в сети 10 кВ.
3. Что происходит с напряжением неповрежденных фаз относительно земли при замыкании на землю в сети 10 кВ?
4. Как определить ток замыкания на землю, исходя из векторной диаграммы?
5. Как вычислить токи замыкания на землю в ВЛ, используя, приближенный метод расчета?
6. Как вычислить токи замыкания на землю в ВЛ?
7. Можно ли прикасаться к опоре 10 и 35 кВ?

8. Как вычислить ток замыкания на землю в КЛ, используя приближенный метод расчета?

**Таблица 9 – 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-1 <sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей ИД-2 <sub>ПКос-1</sub> Находит и анализирует информацию для решения поставленной задачи. ИД-3 <sub>ПКос-1</sub> . Использует информационные технологии для контроля и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов	Студент принимает активное участие в ходе проведения практических занятий, правильно отвечает на поставленные вопросы, знает основную терминологию, особенности расчёта аварийных режимов в сетях с изолированной нейтралью; умеет находить и анализировать информацию для решения поставленной задачи; готов использовать информационные технологии для контроля и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей

## **2 ОЦЕНИВАНИЕ ПИСЬМЕННЫХ РАБОТ СТУДЕНТОВ**

### **Оценивание письменных работ студентов, не регламентируемых учебным планом**

#### **Модуль: «Переходный процесс при трёхфазном коротком замыкании»**

#### **Задания для контрольной работы**

##### **Вариант 1.**

Задание 1: Рассчитайте ток трехфазного короткого замыкания в точке K0, ток двухфазного и однофазного короткого замыкания в точке K1 (рисунок 1); исходные данные представлены в таблице 1.

Задание 2: Постройте график переходного процесса трехфазного короткого замыкания в точке K0; исходные данные см. задание 1.

Задание 3: Постройте векторную диаграмму для однофазного короткого замыкания в точке K1; исходные данные см. задание 1.

Таблица 1 — исходные данные для задания 1.

T1	L1		L2		L3	
Марка	Длина (км)	Марка проводы	Длина (км)	Марка проводы	Длина (км)	Марка провода
TM- 63/10	0,2	СИП 2А 3*70+70	0,1	СИП 2А 3*25+54,6	0,3	СИП 2А 3*25+54,6

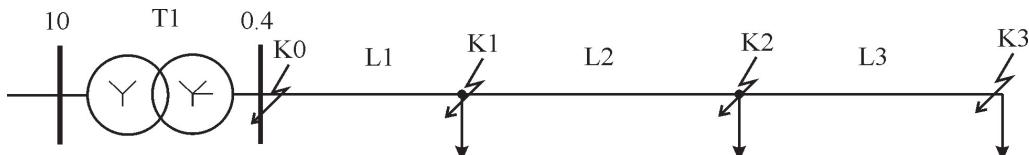


Рисунок 1 — расчетная схема для задания 1.

### Вариант 2.

Задание 1: Рассчитайте ток трехфазного короткого замыкания в точке K0, ток двухфазного и однофазного короткого замыкания в точке K2 рисунок 1; исходные данные представлены в таблице 1.

Задание 2: Постройте график переходного процесса трехфазного короткого замыкания в точке K0; исходные данные см. задание 1.

Задание 3: Постройте векторную диаграмму для однофазного короткого замыкания в точке K2; исходные данные см. Задание 1 .

Таблица 1 — исходные данные для задания 1.

T1	L1		L2		L3	
Марка	Длина (км)	Марка проводы	Длина (км)	Марка проводы	Длина (км)	Марка провода
TM- 100/10	0,2	СИП 2А 3*70+70	0,1	СИП 2А 3*25+54,6	0,3	СИП 2А 3*25+54,6

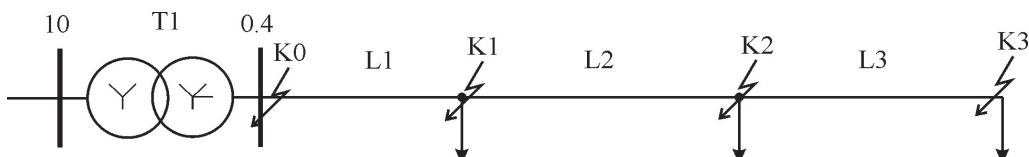


Рисунок 1 — расчетная схема для задания 1.

### Вариант 3.

Задание 1: Рассчитайте ток трехфазного короткого замыкания в точке K0, ток двухфазного и однофазного короткого замыкания в точке K3 (рисунок 1); исходные данные таблица 1.

Задание 2: Постройте график переходного процесса трехфазного короткого замыкания в точке K0; исходные данные см. задание 1.

Задание 3: Постройте векторную диаграмму для однофазного короткого замыкания в точке K3; исходные данные см. задание 1 .

Таблица 1 — исходные данные для задания 1.

T1	L1		L2		L3	
Марка	Длина (км)	Марка проводы	Длина (км)	Марка проводы	Длина (км)	Марка провода
TM- 160/10	0,2	СИП 2А 3*70+70	0,1	СИП 2А 3*25+54,6	0,3	СИП 2А 3*25+54,6

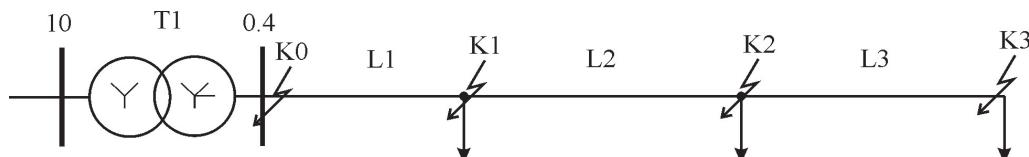


Рисунок 1 — расчетная схема для задания 1.

#### Вариант 4.

Задание 1: Рассчитайте ток трехфазного короткого замыкания в точке K1, ток двухфазного и однофазного короткого замыкания в точке K3 (рисунок 1); исходные данные таблица 1.

Задание 2: Постройте график переходного процесса трехфазного короткого замыкания в точке K1; исходные данные см. задание 1.

Задание 3: Постройте векторную диаграмму для однофазного короткого замыкания в точке K3; исходные данные см. задание 1.

Таблица 1 — исходные данные для задания 1.

T1	L1		L2		L3	
Марка	Длина (км)	Марка проводы	Длина (км)	Марка проводы	Длина (км)	Марка провода
TM- 200/10	0,2	СИП 2А 3*70+70	0,1	СИП 2А 3*25+54,6	0,3	СИП 2А 3*25+54,6

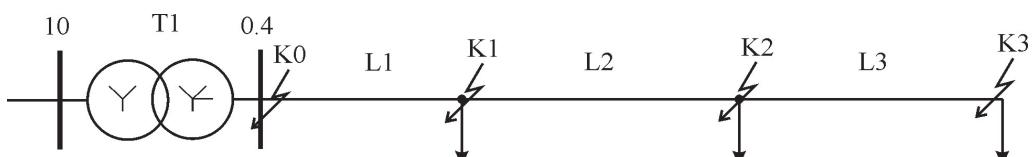


Рисунок 1 — расчетная схема для задания 1.

**Таблица 10 – 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-1 <sub>ПКОС-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей ИД-2 <sub>ПКОС-1</sub> Находит и анализирует информацию для решения поставленной задачи. ИД-3 <sub>ПКОС-1</sub> . Использует информационные технологии для контроля и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов	Студент выполнил контрольную работу, правильно ответил на поставленные вопросы, знает основную терминологию, умеет определять токи короткого замыкания в сетях различного класса напряжения, строить график переходного процесса при коротком замыкании, может пояснить уравнение переходного процесса; умеет находить и анализировать информацию для решения поставленной задачи; готов использовать информационные технологии для контроля и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей

**Модуль: «Расчёт токов короткого замыкания в именованных единицах»**

**Задания для контрольной работы**

**Вариант 1.**

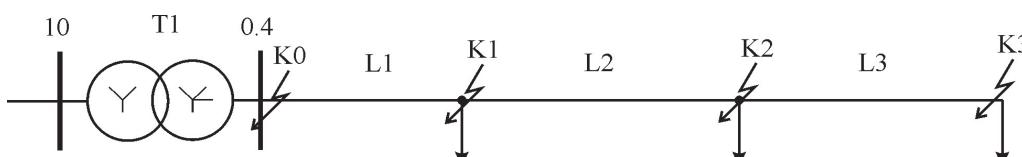
Задание 1: Рассчитайте ток трехфазного короткого замыкания в точке K0, ток двухфазного и однофазного короткого замыкания в точке K1 (рисунок 1); исходные данные представлены в таблице 1.

Задание 2: Постройте график переходного процесса трехфазного короткого замыкания в точке K0; исходные данные см. задание 1.

Задание 3: Постройте векторную диаграмму для однофазного короткого замыкания в точке K1; исходные данные см. задание 1 .

*Таблица 1 — исходные данные для задания 1.*

T1	L1		L2		L3	
Марка	Длина (км)	Марка провода	Длина (км)	Марка провода	Длина (км)	Марка провода
ТМ-63/10	0,2	СИП 2А 3*70+70	0,1	СИП 2А 3*25+54,6	0,3	СИП 2А 3*25+54,6



*Рисунок 1 — расчетная схема для задания 1.*

## Вариант 2.

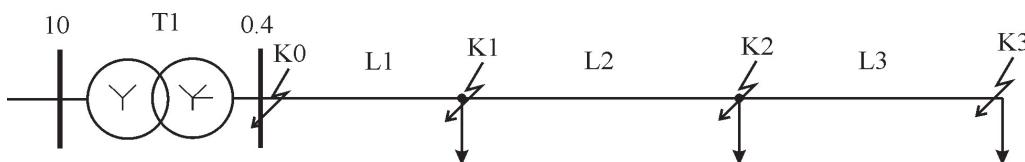
Задание 1: Рассчитайте ток трехфазного короткого замыкания в точке K0, ток двухфазного и однофазного короткого замыкания в точке K2 рисунок 1; исходные данные представлены в таблице 1.

Задание 2: Постройте график переходного процесса трехфазного короткого замыкания в точке K0; исходные данные см. задание 1.

Задание 3: Постройте векторную диаграмму для однофазного короткого замыкания в точке K2; исходные данные см. Задание 1 .

*Таблица 1 — исходные данные для задания 1.*

T1	L1		L2		L3	
Марка	Длина (км)	Марка провода	Длина (км)	Марка провода	Длина (км)	Марка провода
TM-100/10	0,2	СИП 2А 3*70+70	0,1	СИП 2А 3*25+54,6	0,3	СИП 2А 3*25+54,6



*Рисунок 1 — расчетная схема для задания 1.*

## Вариант 3.

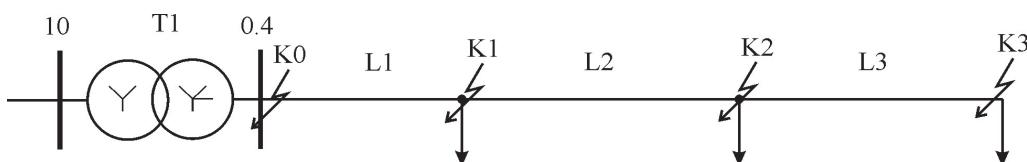
Задание 1: Рассчитайте ток трехфазного короткого замыкания в точке K0, ток двухфазного и однофазного короткого замыкания в точке K3 (рисунок 1); исходные данные таблица 1.

Задание 2: Постройте график переходного процесса трехфазного короткого замыкания в точке K0; исходные данные см. задание 1.

Задание 3: Постройте векторную диаграмму для однофазного короткого замыкания в точке K3; исходные данные см. задание 1 .

*Таблица 1 — исходные данные для задания 1.*

T1	L1		L2		L3	
Марка	Длина (км)	Марка провода	Длина (км)	Марка провода	Длина (км)	Марка провода
TM-160/10	0,2	СИП 2А 3*70+70	0,1	СИП 2А 3*25+54,6	0,3	СИП 2А 3*25+54,6



*Рисунок 1 — расчетная схема для задания 1.*

#### Вариант 4.

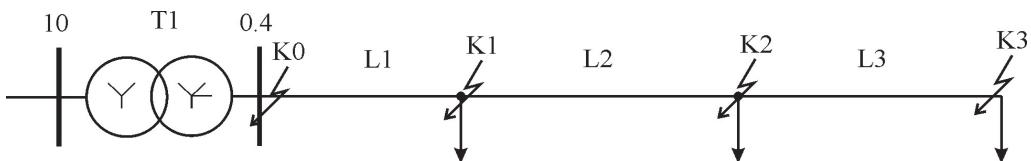
Задание 1: Рассчитайте ток трехфазного короткого замыкания в точке K1, ток двухфазного и однофазного короткого замыкания в точке K3 (рисунок 1); исходные данные таблица 1.

Задание 2: Постройте график переходного процесса трехфазного короткого замыкания в точке K1; исходные данные см. задание 1.

Задание 3: Постройте векторную диаграмму для однофазного короткого замыкания в точке K3; исходные данные см. задание 1 .

*Таблица 1 — исходные данные для задания 1.*

T1	L1		L2		L3	
Марка	Длина (км)	Марка провода	Длина (км)	Марка провода	Длина (км)	Марка провода
ТМ-200/10	0,2	СИП 2А 3*70+70	0,1	СИП 2А 3*25+54,6	0,3	СИП 2А 3*25+54,6



*Рисунок 1 — расчетная схема для задания 1.*

**Таблица 11 – 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-1 <sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей ИД-2 <sub>ПКос-1</sub> Находит и анализирует информацию для решения поставленной задачи. ИД-3 <sub>ПКос-1</sub> . Использует информационные технологии для контроля и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов	Студент выполнил контрольную работу, правильно ответил на поставленные вопросы, знает основную терминологию, знает методику расчёта токов короткого замыкания в цепях с трансформаторными связями; умеет находить и анализировать информацию для решения поставленной задачи; готов использовать информационные технологии для контроля и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей

## **Модуль: «Расчёт токов короткого замыкания в относительных единицах»**

### **Задания для контрольной работы**

#### **Вариант 1.**

Задание 1. Рассчитайте токи трехфазного, двухфазного и однофазного короткого замыкания на стороне 10 кВ и 0,4 кВ в относительных единицах в цепи, содержащей линию 10 кВ длиной 12 км, выполненную проводом марки АС-35, и трансформатор 10/0,4 кВ марки ТМ-100/10.

Задание 2. Рассчитайте динамическое действие тока трехфазного короткого замыкания на шинах подстанции; исходные данные брать из задания 1.

Задание 3. Рассчитать возможность схлестывания проводов при двухфазном коротком замыкании; исходные данные брать из задания 1.

#### **Вариант 2.**

Задание 1. Рассчитайте токи трехфазного, двухфазного и однофазного короткого замыкания на стороне 10 кВ и 0,4 кВ в относительных единицах в цепи, содержащей линию 10 кВ длиной 10 км, выполненную проводом марки АС-50, и трансформатор 10/0,4 кВ марки ТМ-160/10.

Задание 2. Рассчитайте динамическое действие тока трехфазного короткого замыкания на шинах подстанции; исходные данные брать из задания 1.

Задание 3. Рассчитать возможность схлестывания проводов при однофазном коротком замыкании; исходные данные брать из задания 1.

#### **Вариант 3.**

Задание 1. Рассчитайте токи трехфазного, двухфазного и однофазного короткого замыкания на стороне 10 кВ и 0,4 кВ в относительных единицах в цепи, содержащей линию 10 кВ длиной 10 км выполненную проводом марки АС-35 и трансформатор 10/0,4 кВ марки ТМ-200/10.

Задание 2. Рассчитайте динамическое действие тока трехфазного короткого замыкания на шинах подстанции; исходные данные брать из задания 1.

Задание 3. Рассчитать возможность схлестывания проводов при трехфазном коротком замыкании; исходные данные брать из задания 1.

#### **Вариант 4.**

Задание 1. Рассчитайте токи трехфазного, двухфазного и однофазного короткого замыкания на стороне 10 кВ и 0,4 кВ в относительных единицах в цепи, содержащей линию 10 кВ длиной 18 км выполненную проводом марки АС-75 и трансформатор 10/0,4 кВ марки ТМ-250/10.

Задание 2. Рассчитайте динамическое действие тока трехфазного короткого замыкания на шинах подстанции; исходные данные брать из задания 1.

Задание 3. Рассчитайте возможность схлестывания проводов при двухфазном коротком замыкании; исходные данные брать из задания 1.

**Таблица 12 – 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-1ПКос-1 Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей ИД-2ПКос-1 Находит и анализирует информацию для решения поставленной задачи. ИД-3ПКос-1. Использует информационные технологии для контроля и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов	Студент выполнил контрольную работу, правильно ответил на поставленные вопросы, знает основную терминологию, знает методику расчёта токов короткого замыкания в относительных единицах, а также особенности применения методики; умеет находить и анализировать информацию для решения поставленной задачи; готов использовать информационные технологии для контроля и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей

**Модуль: «Электродинамическое действие токов короткого замыкания»****Задания для контрольной работы****Вариант 1.**

Задание 1. Рассчитайте токи трехфазного, двухфазного и однофазного короткого замыкания на стороне 10 кВ и 0,4 кВ в относительных единицах в цепи, содержащей линию 10 кВ длиной 12 км, выполненную проводом марки АС-35, и трансформатор 10/0,4 кВ марки ТМ-100/10.

Задание 2. Рассчитайте динамическое действие тока трехфазного короткого замыкания на шинах подстанции; исходные данные брать из задания 1.

Задание 3. Рассчитать возможность схлестывания проводов при двухфазном коротком замыкании; исходные данные брать из задания 1.

**Вариант 2.**

Задание 1. Рассчитайте токи трехфазного, двухфазного и однофазного короткого замыкания на стороне 10 кВ и 0,4 кВ в относительных единицах в цепи, содержащей линию 10 кВ длиной 10 км, выполненную проводом марки АС-50, и трансформатор 10/0,4 кВ марки ТМ-160/10.

Задание 2. Рассчитайте динамическое действие тока трехфазного короткого замыкания на шинах подстанции; исходные данные брать из задания 1.

Задание 3. Рассчитать возможность схлестывания проводов при однофазном коротком замыкании; исходные данные брать из задания 1.

**Вариант 3.**

Задание 1. Рассчитайте токи трехфазного, двухфазного и однофазного короткого замыкания на стороне 10 кВ и 0,4 кВ в относительных единицах в цепи, содержащей линию 10 кВ длиной 10 км выполненную проводом марки АС-35 и трансформатор 10/0,4 кВ марки ТМ-200/10.

Задание 2. Рассчитайте динамическое действие тока трехфазного

короткого замыкания на шинах подстанции; исходные данные брать из задания 1.

Задание 3. Рассчитать возможность схлестывания проводов при трехфазном коротком замыкании; исходные данные брать из задания 1.

#### **Вариант 4.**

Задание 1. Рассчитайте токи трехфазного, двухфазного и однофазного короткого замыкания на стороне 10 кВ и 0,4 кВ в относительных единицах в цепи, содержащей линию 10 кВ длиной 18 км выполненную проводом марки АС-75 и трансформатор 10/0,4 кВ марки ТМ-250/10.

Задание 2. Рассчитайте динамическое действие тока трехфазного короткого замыкания на шинах подстанции; исходные данные брать из задания 1.

Задание 3. Рассчитайте возможность схлестывания проводов при двухфазном коротком замыкании; исходные данные брать из задания 1.

**Таблица 13 – 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-1 <sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей ИД-2 <sub>ПКос-1</sub> Находит и анализирует информацию для решения поставленной задачи. ИД-3 <sub>ПКос-1</sub> . Использует информационные технологии для контроля и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов	Студент выполнил контрольную работу, правильно ответил на поставленные вопросы, знает основную терминологию, знает методику расчёта электродинамических сил возникающих в проводниках при коротких замыканиях; умеет находить и анализировать информацию для решения поставленной задачи; готов использовать информационные технологии для контроля и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей

### **Модуль: «Термическое действие токов короткого замыкания»**

#### **Задания для контрольной работы**

#### **Вариант 1.**

Задание 1: Рассчитайте нагрев проводников при трехфазном коротком замыкании в точке K1 (рисунок 1) длительностью 5 с, при начальной температуре 25°; исходные данные таблица 1.

Задание 2: Рассчитайте время за которое провода нагреются от 25° до 180° при трехфазном коротком замыкании в точке K0; исходные данные таблица 1.

Таблица 1 — исходные данные для задания 1.

T1	L1		L2		L3	
Марка	Длина (км)	Марка проводка	Длина (км)	Марка проводка	Длина (км)	Марка провода
TM- 63/10	0,2	СИП 2А 3*70+70	0,1	СИП 2А 3*25+54,6	0,3	СИП 2А 3*25+54,6

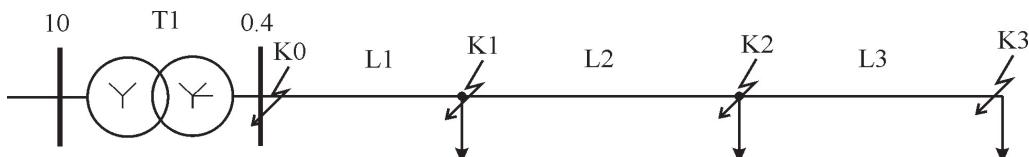


Рисунок 1 — расчетная схема для задания 1.

### Вариант 2.

Задание 1: Рассчитайте нагрев проводников при трехфазном коротком замыкании в точке K2 (рисунок 1) длительностью 5 с, при начальной температуре 25°; исходные данные таблица 1.

Задание 2: Рассчитайте время за которое провода нагреются от 25° до 180° при трехфазном коротком замыкании в точке K0; исходные данные таблица 1.

Таблица 1 — исходные данные для задания 1.

T1	L1		L2		L3	
Марка	Длина (км)	Марка проводка	Длина (км)	Марка проводка	Длина (км)	Марка провода
TM- 100/10	0,2	СИП 2А 3*70+70	0,1	СИП 2А 3*25+54,6	0,3	СИП 2А 3*25+54,6

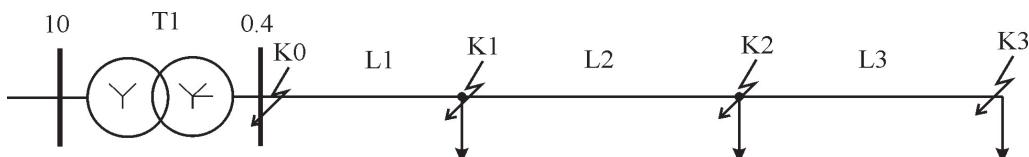


Рисунок 1 — расчетная схема для задания 1.

**Таблица 14 – 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-1пкос-1 Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей ИД-2пкос-1 Находит и анализирует информацию для решения поставленной задачи. ИД-3пкос-1. Использует информационные технологии для контроля и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов	Студент выполнил контрольную работу, правильно ответил на поставленные вопросы, знает основную терминологию, знает методику расчёта термического воздействия на проводники при коротких замыканиях; умеет находить и анализировать информацию для решения поставленной задачи; готов использовать информационные технологии для контроля и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей

**Модуль: «Теория симметричных составляющих»****Задания для контрольной работы****Вариант 1.**

Задание 1. Укажите при помощи, каких симметричных составляющих можно описать любой несимметричный режим.

Задание 2. Поясните как изменятся напряжения фаз В и С при однофазном коротком замыкании фазы А на PEN проводник.

Задание 3. Поясните, как изменяется напряжение обратной последовательности при приближении к источнику питания, при однофазном КЗ.

Задание 4. Перечислите опасности однофазного КЗ.

Задание 5. Поясните, как изменится момент на валу асинхронного электродвигателя при обрыве линейного провода.

Задание 6. Укажите чему равно сопротивление ЛЭП 0,38 кВ токам прямой, обратной и нулевой последовательности.

Задание 7. Укажите, как рассчитать в общем случае составляющие прямой, обратной и нулевой последовательности.

**Вариант 2.**

Задание 1. Изобразите вектора прямой, обратной и нулевой последовательности.

Задание 2. Укажите, из каких симметричных составляющих состоит ток однофазного КЗ по теории симметричных составляющих.

Задание 3. Поясните для чего часть нейтралей трансформаторов в сети

110 кВ и выше соединяют с землёй через разрядник.

Задание 4. Поясните, как изменится мощность трёхфазного нагревателя при обрыве линейного провода.

Задание 5. Укажите, под действие какой ЭДС протекают токи прямой, обратной и нулевой последовательности.

Задание 6. Поясните за счет чего разогревается бак трансформатора при однофазном КЗ.

Задание 7. Укажите, как рассчитать в общем случае составляющие прямой, обратной и нулевой последовательности.

**Таблица 15 – 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-1пкос-1 Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей ИД-2пкос-1 Находит и анализирует информацию для решения поставленной задачи. ИД-3пкос-1. Использует информационные технологии для контроля и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов	Студент выполнил контрольную работу, правильно ответил на поставленные вопросы, знает основную терминологию, понимает теорию разложения токов и напряжений на симметричные составляющие, может при помощи них производить анализ аварийных режимов; умеет находить и анализировать информацию для решения поставленной задачи; готов использовать информационные технологии для контроля и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей

### **Модуль: «Аварийные режимы в сетях с изолированной нейтралью»**

#### **Задания для контрольной работы**

##### **Вариант 1.**

Задание 1. Укажите, в каком классе сетей замыкание на землю не является аварийным режимом.

Задание 2. Зарисуйте контур протекания тока замыкания на землю в сети 10 кВ.

Задание 3. Поясните, что происходит с напряжением неповрежденных фаз относительно земли при замыкании на землю в сети 10 кВ.

Задание 4. Поясните, как определить ток замыкания на землю, исходя из векторной диаграммы.

Задание 5. Поясните, как вычислить токи замыкания на землю в ВЛ, используя, приближенный метод расчета.

Задание 6. Поясните, как вычислить токи замыкания на землю в ВЛ.

Задание 7. Поясните, как вычислить ток замыкания на землю в КЛ

используя, приближенный метод расчета.

Задание 8. Поясните, можно ли прикасаться к опоре 10 и 35 кВ и почему.

Задание 9. Укажите, чем опасно прикосновение к опоре 10 и 35 кВ.

Задание 10. Поясните, каким образом на ТП сигнализируется наличие замыкания на землю.

## **Вариант 2.**

Задание 1. Поясните, как определить место замыкания на землю.

Задание 2. Зарисуйте схему соединения обмоток трансформатора напряжения на подстанции.

Задание 3. Зарисуйте схему соединения обмоток трансформатора напряжения на подстанции.

Задание 4. Зарисуйте схему соединения обмоток в разомкнутый и неполный треугольник.

Задание 5. Поясните в чём особенность расчёта замыкания на землю через переходное сопротивление.

Задание 6. Опишите последствия замыкания на землю.

Задание 7. Приведите примеры технических мероприятий для снижения тока замыкания на землю.

Задание 8. Поясните, как определить фазу, замкнувшую на землю.

Задание 9. Приведите пример устройства для снижения последствий замыкания на землю.

Задание 10. Опишите по схеме работу избирателя повреждённой фазы.

**Таблица 16 – 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-1ПКос-1 Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей ИД-2ПКос-1 Находит и анализирует информацию для решения поставленной задачи. ИД-3ПКос-1. Использует информационные технологии для контроля и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов	Студент выполнил контрольную работу, правильно ответил на поставленные вопросы, знает основную терминологию, особенности расчёта аварийных режимов в сетях с изолированной нейтралью; умеет находить и анализировать информацию для решения поставленной задачи; готов использовать информационные технологии для контроля и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей

### **3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Форма промежуточной аттестации по дисциплине *зачет*.

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

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

##### **Задания закрытого типа**

*Выберите один правильный вариант ответа*

**1. Металлическим коротким замыканием называется:**

короткое замыкание через переходное сопротивление (ветка, опора и т. д.)  
+непосредственное соединение двух разноименных фазных проводов  
оба ответа верны  
нет верного ответа

**2. Автоматическое регулирование возбуждения генератора на ток близкого КЗ влияет:**

никак не влияет  
мгновенно увеличивает величину тока после начала КЗ  
+увеличивает величину тока КЗ через небольшой промежуток времени  
после начала КЗ

ток не увеличивается, а напряжение стабилизируется

**3. Возможность склестывания проводов зависит от:**

тока нагрузки  
коэффициента мощности  
+длины одного пролета, от веса провода, от величины динамических сил  
при коротком замыкании  
габарита линии

##### **Задания открытого типа**

*Дайте развернутый ответ на вопрос*

**4. В каких пределах принимают ударный коэффициент тока короткого замыкания для сетей сельскохозяйственного назначения?**

*Правильный ответ.* Для сетей сельскохозяйственного назначения ударный коэффициент тока короткого замыкания принимают в пределах 1,2...1,4.

**5. От чего зависит величина тока трехфазного короткого замыкания?**

*Правильный ответ.* Величина тока трёхфазного короткого замыкания

зависит от напряжения сети, сопротивления трансформатора, сопротивления линии.

**6. По какому пути будет протекать ток однофазного короткого замыкания?**

*Правильный ответ.* Ток однофазного короткого замыкания будет протекать по одной обмотке трансформатора, фазному проводу, точке короткого замыкания, нулевому проводнику.

*Дополните*

**7. При обрыве линейного провода питающей линии момент на валу асинхронного электродвигателя \_\_\_\_\_.**

*Правильный ответ:* уменьшится.

**8. По теории симметричных составляющих любой несимметричный режим можно описать с помощью составляющих \_\_\_\_\_, обратной и нулевой последовательности.**

*Правильный ответ:* прямой.

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 17 – 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-1ПКос-1 Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей ИД-2ПКос-1 Находит и анализирует информацию для решения поставленной задачи. ИД-3ПКос-1. Использует информационные технологии для контроля и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов	Студент правильно отвечает на поставленные вопросы, знает основную терминологию, имеет удовлетворительные знания по темам дисциплины; умеет находить и анализировать информацию для решения поставленной задачи; готов использовать информационные технологии для контроля и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей