

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Волхонов Михаил Станиславович

Должность: Врио ректора

Дата подписания: 02.09.2024 15:32:57

Уникальный программный ключ:

b2dc75470204bc2b9ec58d577a1b983ee223ea179359043a8dc272d0610c0c81

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

УТВЕРЖДАЮ

декан электроэнергетического факультета

Рожнов А.В.

14 июня 2024 года

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

«Электромеханические переходные процессы  
в электроэнергетических системах»

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 «Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах».

Разработчик:

старший преподаватель

кафедры электроснабжения

и эксплуатации электрооборудования \_\_\_\_\_

Н.Ю. Голятин

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

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

Согласовано:

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

Яблоков А.С. \_\_\_\_\_

## Паспорт фонда оценочных средств

Таблица 1

Модуль дисциплины	Формируемые компетенции или их части	Оценочные материалы и средства	Количество
<i>Общие сведения о переходных процессах в энергосистеме</i>	ПКос-1. Способен осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей	Защита ПР (Собеседование)	73
		ТСк (ТСп)	71
<i>Статическая и динамическая устойчивость генератора</i>		Защита ПР (Собеседование)	68
		ТСк (ТСп)	53
<i>Аварийные режимы, лавина частоты, лавина напряжения, автоматика энергосистем</i>		Защита ПР (Собеседование)	17
		ТСк (ТСп)	25

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

Таблица 2 – Формируемые компетенции

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Оценочные материалы и средства
ПКос-1. Способен осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей	Общие сведения о переходных процессах в энергосистеме. Статическая и динамическая устойчивость генератора. Аварийные режимы, лавина частоты, лавина напряжения, автоматика энергосистем	
	ИД-1 <sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей	Защита ПР (Собеседование) ТСк (ТСп)

## Оценочные материалы и средства для проверки сформированности компетенций

### Модуль 1. Общие сведения о переходных процессах в энергосистеме.

*Вопросы для собеседования:*

1. Что называется переходным процессом?
2. Что называется аварийным режимом?
3. Что называется коротким замыканием?
4. Что называется перегрузкой?
5. Чем отличается режим перегрузки от режима короткого замыкания?
6. Какие виды коротких замыканий возможны в сетях с изолированной нейтралью?
7. Какие виды коротких замыканий возможны в сети с глухозаземлённой нейтралью?
8. Назовите основные причины возникновения аварийных режимов.
9. Какие допущения принимаются при простейших расчётах токов короткого замыкания?
10. Какой источник называется источником неограниченной мощности?
11. Что такое начальная фаза короткого замыкания?
12. Что показывает начальная фаза короткого замыкания?
13. Что учитывает  $\sqrt{2}$  в формуле описания переходного процесса?
14. Зарисуйте и покажите на временной диаграмме мгновенное значение тока.
15. Зарисуйте и покажите на временной диаграмме амплитудное значение напряжения.
16. Зарисуйте и покажите на временной диаграмме действующее значение тока.
17. По какому закону изменяется напряжение на зажимах двигателя при коротком замыкании на его клеммах?
18. Из каких составляющих состоит ток короткого замыкания с точки зрения переходного процесса?
19. От чего зависит затухание апериодической составляющей тока КЗ?
20. По какому закону изменяется апериодическая составляющая тока КЗ?
21. Как изменяется ток короткого замыкания при наличии тока нагрузки?
22. В какой момент времени наступает ударное значение тока КЗ?
23. Для чего необходимо знать ударный ток КЗ?
24. Как вычислить ударный ток КЗ?
25. Для чего необходимо знать ток КЗ?
26. При какой начальной фазе будет наименьший ударный ток?
27. При какой начальной фазе будет наибольший ударный ток?
28. Запишите уравнение, описывающее ток КЗ без учёта тока нагрузки.
29. Запишите уравнение тока КЗ с учётом тока нагрузки.
30. Что показывает угол короткого замыкания?
31. За счёт чего увеличивается угол тока КЗ?
32. За счёт чего уменьшается угол тока КЗ?
33. Как рассчитать трёхфазный ток КЗ на шинах ТП?

34. Как рассчитать двухфазный ток КЗ в конце линии электропередачи?
35. Как рассчитать постоянную времени действия апериодической составляющей тока короткого замыкания?
36. Зачем рассчитывается постоянная времени действия апериодической составляющей тока короткого замыкания?
37. Дайте определение термину «короткое замыкание».
38. Запишите формулу для нахождения тока трехфазного короткого замыкания.
39. Изобразите векторную диаграмму напряжений у потребителя при трехфазном коротком замыкании выше по линии.
40. Назовите электрический аппарат, защищающий от коротких замыканий.
41. Зарисуйте векторную диаграмму токов и напряжений при трехфазном коротком замыкании.
42. Назовите опасности короткого замыкания.
43. Дайте определение термину «ударное значение тока короткого замыкания».
44. Назовите причины возникновения коротких замыканий.
45. Что такое именованная единица?
46. Перечислите основные именованные единицы, используемые в электротехнике.
47. Запишите формулу для расчета тока однофазного короткого замыкания в именованных единицах.
48. Постройте векторную диаграмму напряжений у потребителя, если произошло однофазное короткое замыкание выше по линии.
49. Запишите формулу для расчета тока двухфазного короткого замыкания в именованных единицах.
50. Постройте векторную диаграмму напряжений и токов при трехфазном коротком замыкании.
51. Чем ограничивается ток короткого замыкания, произошедшего на шинах подстанции?
52. Что такое относительные единицы?
53. Как вычислить сопротивление линии электропередачи в именованных единицах?
54. Для чего используются базисные величины токов и напряжений?
55. Что называется источником неограниченной мощности?
56. Почему величину базисной мощности выбирают произвольно?
57. Опишите методику расчета токов короткого замыкания в базисных единицах.
58. Что произойдет с током короткого замыкания, если базисную мощность увеличить в 10 раз?
59. В чем выражается электродинамическое действие тока короткого замыкания?
60. В чем опасность чрезмерного электродинамического действия тока короткого замыкания?
61. Приведите пример расчетов электродинамического действия тока короткого замыкания.
62. Зарисуйте направление сил, действующих на проводник с током,

находящийся в магнитном поле.

63. Как проверить на схватывание провода линии электропередачи?

64. При каком виде короткого замыкания проверяются проводники ЛЭП на схлестывание?

65. Как уменьшить электродинамические силы, действующие на проводники при коротком замыкании?

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

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

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

69. Как определить ток замыкания на землю, исходя из векторной диаграммы?

70. Как вычислить токи замыкания на землю в ВЛ, используя приближенный метод расчета?

71. Как вычислить токи замыкания на землю в ВЛ?

72. Можно ли прикасаться к опорам 10 и 35 кВ?

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

## Тестирование (ТСк, ТСп)

*Выберите один правильный вариант ответа:*

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

+ изменение токов и напряжений при переходе системы и одного установившегося 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 являются:**

+ 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 и одного установившегося 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 и 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?**

- с глухозаземленной нейтралью
- с изолированной нейтралью
- 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
- +возгорание изоляции
- загрязнение изоляции
- изменение типа заземления нейтрали

**Укажите уравнение для расчета тока трехфазного короткого замыкания в конце линии:**

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

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

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

$$I_K = \frac{U_L}{2(Z_{Л10}^{0,4} + Z_{T0,4} + Z_{Л0,38})}$$

**Укажите уравнение для расчета тока трехфазного короткого замыкания в начале линии:**

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

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

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

$$I_K = \frac{U_L}{2(Z_{Л10}^{0,4} + Z_{T0,4} + Z_{Л0,38})}$$



**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:**

$$+ i_{уд} = \sqrt{3} K_{уд} I_{кз}$$

$$i_{уд} = \sqrt{3} I_{кз}$$

$$i_{уд} = \sqrt{3} K_{уд} I_{кз}$$

$$i_{уд} = K_{уд} I_{кз}$$

**Ударный коэффициент рассчитывается по формуле:**

$$+ K_{уд} = 1 + e^{-\frac{R_k}{X_k} \pi}$$

$$K_{уд} = 1 + e^{-\frac{X_k}{R_k} \pi}$$

$$K_{уд} = 1 - e^{-\frac{X_k}{R_k} \pi}$$

$$K_{уд} = 1 + e^{-\frac{R_k}{X_k}}$$

**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 фазы и отсутствует ток нагрузки  
если угол короткого замыкания отличается от начальной фазы на угол  $90^\circ$  и присутствует ток нагрузки  
+если угол короткого замыкания отличается от начальной фазы на угол  $90^\circ$  и отсутствует ток нагрузки

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

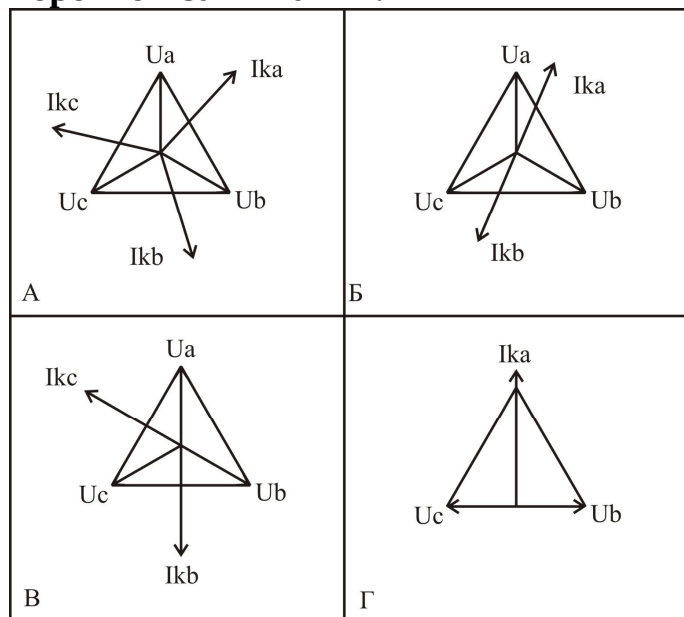
свободная составляющая не изменяется  
+ свободная составляющая уменьшается  
свободная составляющая увеличивается  
свободная составляющая смещается относительно напряжения

**Значение принужденной составляющей тока короткого замыкания зависит от:**

+напряжения и сопротивления  
напряжения

сопротивления  
значения коэффициента мощности

**Укажите векторные диаграммы токов и напряжений при трехфазном коротком замыкании.**



+А  
Б  
В  
Г

**Величина тока трехфазного короткого замыкания зависит от:**

- + напряжения сети, сопротивления трансформатора, сопротивления линии электропередачи до точки короткого замыкания
- количества включенных электродвигателей
- качества монтажа линий электропередачи
- 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
- установлено двигателей больше 4

суммарный номинальный ток двигателей не превышает 5% значения периодической составляющей тока КЗ  
к линии электропередачи подключены только электродвигатели

**Какие единицы измерения называют именованными?**

+названные в честь ученых, открывших их (Георг Ом, Андре Мари Ампер, Алессандро Вольт)  
записываемые с большой буквы  
имеющие приставку кило-, милли- и т.д.  
не имеющие приставки кило-, милли- и т. д.

**Вектор тока отстает от вектора напряжения на нагрузке:**

активной  
емкостной  
+ индуктивной  
индуктивно-емкостной

**Вектор тока опережает вектор напряжения на нагрузке:**

активной  
+ емкостной  
индуктивной  
индуктивно-емкостной

**Вектор тока совпадает с вектором напряжения на нагрузке:**

+ активной  
емкостной  
индуктивной  
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

**При расчете тока короткого замыкания принимают допущения:**

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  
переходом в трехфазные замыкания  
+ переходом в двухфазные замыкания  
обрывом проводов

**Ток однофазного короткого замыкания в конце линии рассчитывают для:**

проверки аппаратов на термическую стойкость  
+расчета защиты  
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

### Укажите формулу для расчета тока двухфазного короткого замыкания в конце линии:

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

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

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

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

### Укажите формулу для расчета тока однофазного короткого замыкания в конце линии:

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

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

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

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

### Укажите формулу для расчета тока однофазного короткого замыкания возле трансформатора:

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

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

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

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

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

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

+действующее  
амплитудное  
ударное  
мгновенное

**Укажите формулу для расчета мгновенного значения тока короткого замыкания:**

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

$$\Psi_K = \varphi_K + \frac{\Pi}{2}$$

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

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

**Укажите формулу для расчета угла «φ» при коротком замыкании:**

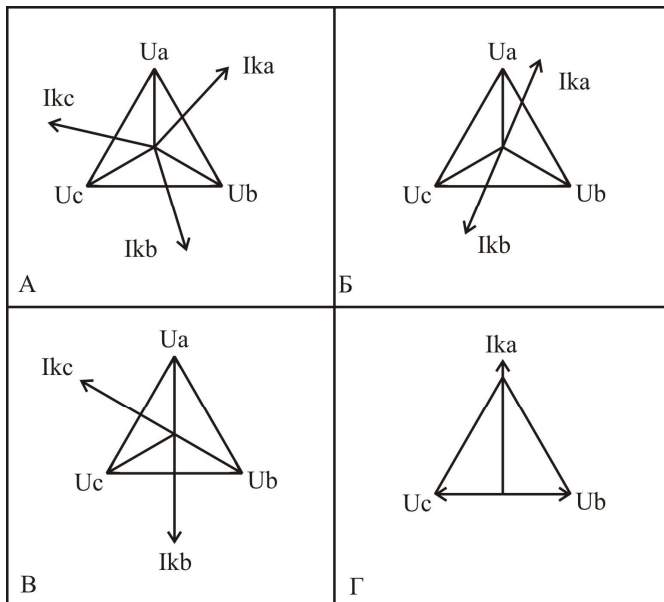
$$I_K = \frac{U_{Л}}{\sqrt{3}(Z_T + Z_{Л})}$$

$$\Psi_K = \varphi_K + \frac{\Pi}{2}$$

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

$$i_K = I_K \sin \omega t.$$

**Укажите векторную диаграмму 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

**Укажите 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

приведения в квадрате

+трансформации в квадрате

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

### **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 номинальный?**

всегда 380 В

всегда линейное напряжение

+тот уровень напряжения, на котором ведутся расчеты

напряжение источника

**Укажите формулу 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

**Укажите 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?**

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

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

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

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

**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-1ПКос-1 Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей	Студент принимает активное участие в ходе проведения практических занятий, правильно отвечает на поставленные вопросы по теме, знает общие сведения о переходных процессах в энергосистеме, синхронных генераторах методе относительных единиц, на базовом уровне способен осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей

## **Модуль 2. Статическая и динамическая устойчивость генератора**

*Вопросы для собеседования:*

1. В каком случае источники мощности можно объединить?
2. Как рассчитать ток КЗ от двух источников разной мощности?
3. Что означает понятие «эквивалентная звезда» или «эквивалентный треугольник» сопротивлений?
4. Запишите преобразование треугольника сопротивлений в эквивалентную звезду.
5. Запишите преобразование звезды сопротивлений в эквивалентный треугольник.

6. Как рассчитать ток трёхфазного короткого замыкания в линии 10 кВ с питающим трансформатором 35/10 кВ?
7. Как рассчитать ток двухфазного короткого замыкания?
8. Как вычислить активное, реактивное и полное сопротивления трёхфазного двухобмоточного трансформатора?
9. Каким образом можно учесть сопротивление линии 10 кВ при расчёте тока КЗ на шинах 0,4 кВ?
10. Как вычислить сопротивление линии электропередачи в именованных единицах?
11. Как вычислить сопротивление реактора?
12. Как вычислить сопротивление генератора?
13. Как вычислить номинальный ток генератора?
14. Как вычислить относительный номинальный ток и напряжение электроустановки?
15. Для чего используются базисные величины токов и напряжений?
16. Как вычислить полное относительное базисное сопротивление трансформатора?
17. Как вычислить полное относительное базисное сопротивление резистора?
18. Как вычислить полное относительное базисное сопротивление линии?
19. Что называется источником неограниченной мощности?
20. Почему величину базисной мощности можно выбирать произвольно?
21. Чему равны базисные напряжения, принимаемые в расчётах методом относительных единиц?
22. Опишите методику расчёта токов КЗ в относительных базисных единицах.
23. Опишите методику расчёта токов КЗ в относительных базисных единицах при питании от источника ограниченной мощности (генератора).
24. Опишите методику расчёта токов КЗ в относительных базисных единицах при питании от источника неограниченной мощности (генератора).
25. Что произойдёт с током короткого замыкания, если базисную мощность увеличить в 10 раз?
26. В чём состоит особенность расчёта токов короткого замыкания от источника ограниченной мощности (генератора)?
27. Что такое АВР и для чего используется?
28. В какой момент времени наблюдается наибольшее значение тока при КЗ на шинах генератора?
29. В какие моменты времени и для чего определяются токи короткого замыкания?
30. Почему ток КЗ на шинах генератора определяется для разных моментов времени?
31. Как называется сопротивление генератора в начальный момент времени?
32. Что отражают расчётные кривые генератора?
33. Как вычисляется максимальная сила, действующая на проводник при КЗ?
34. Зарисуйте и покажите направление сил, действующих на фазные проводники при трёхфазном КЗ.

35. Как определить направление силы, действующей на проводник с током, находящийся в магнитном поле?
36. Как проверить на сдвиг провода линии электропередачи?
37. Как проверить шины подстанции на электродинамическую устойчивость?
38. Как проверить аппараты на электродинамическую устойчивость?
39. При каком виде короткого замыкания проверяются проводники ЛЭП на сдвиг?
40. Запишите и поясните уравнение теплового баланса проводника.
41. Что показывает коэффициент теплоотдачи поверхности?
42. Как рассчитывается энергия, рассеиваемая в окружающую среду, для проводника с током?
43. Что показывает постоянная времени нагрева? Поясните это на рисунке.
44. Запишите уравнение изменения температуры проводника при нагреве.
45. Запишите уравнение изменения температуры проводника при остывании.
46. Как рассчитывается температура проводника с током в условиях эксплуатации?
47. Что показывает температурный коэффициент сопротивления?
48. Что показывает температурный коэффициент теплоёмкости?
49. Как проверить электрический аппарат на термическую устойчивость?
50. В чём суть теории симметричных составляющих?
51. При помощи каких симметричных составляющих можно описать любой несимметричный режим?
52. Нарисуйте расположение векторов прямой, обратной и нулевой последовательностей для трёх фаз.
53. Как выразить токи фаз В и С через фазу А?
54. Что показывает оператор поворота?
55. Как вычислить оператор поворота?
56. Как изменятся напряжения фаз В и С при однофазном коротком замыкании фазы А на PEN проводник?
57. Из каких симметричных составляющих состоит ток однофазного КЗ по теории симметричных составляющих?
58. Как выглядит векторная диаграмма тока однофазного КЗ в сети 0,38 кВ?
59. Как изменяется напряжение прямой последовательности при удалении от источника питания?
60. Как изменяется напряжение обратной и нулевой последовательности при приближении к источнику питания?
61. В чём заключается опасность однофазного КЗ?
62. В результате чего оказывается значительное термическое воздействие на проводники и аппарат?
63. В чём опасность длительного термического воздействия на проводники и аппараты?
64. Каким образом обезопасить проводники и аппараты от длительного термического воздействия тока.
65. Как найти температуру проводника при длительном протекании тока короткого замыкания?

66. Что показывает температурный коэффициент сопротивления?  
67. Что показывает постоянная времени нагрева?  
68. Что означает термин «адиабатический процесс»?

### Тестирование (ТСк, ТСп)

*Выберите один правильный вариант ответа*

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

- +сверхпроводного затухания
- установившегося режима
- номинального режима

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

- сверхпроводного
- +затухания
- установившегося режима
- номинального режима

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

- сверхпроводного
- затухания
- +установившегося режима
- номинального режима

**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

**Расчётные кривые генератора отражают зависимость:**

тока короткого замыкания от сопротивления до точки короткого замыкания  
периодической составляющей от тока короткого замыкания  
+периодической составляющей от сопротивления до точки короткого замыкания  
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

**Расчет ведется по расчетным кривым генераторов в случае, если относительное расчётное сопротивление:**

больше трёх  
+меньше трёх  
меньше двух  
меньше одного

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

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

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

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

$$\Sigma = \frac{M_{изгб}}{W}$$

**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

**Укажите условие возникновения силы, действующей 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?**

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

**Возможность схлестывания проводов зависит от:**

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

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

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

**Укажите формулу для расчета напряжения в материале шины:**

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

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

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

$$+ \Sigma = \frac{M_{изгб}}{W}$$

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

+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 неподвижными  
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?**

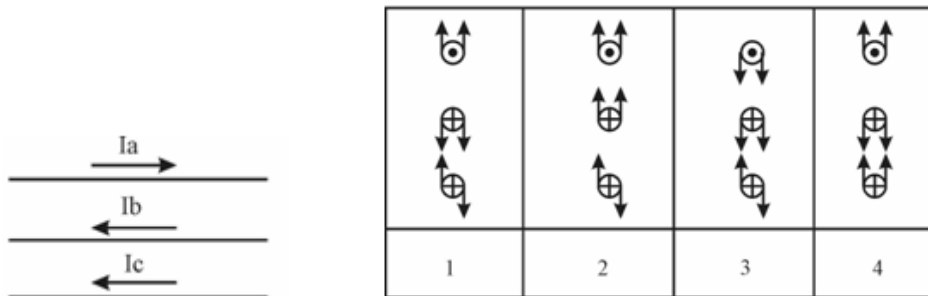
+средняя  
крайняя левая

крайняя правая  
верхняя

**Схлестывание проводов определяют для длины:**

всей линии  
одного километра  
двух пролетов  
+одного пролета

**Укажите верную картину динамических сил**



**при трехфазном коротком замыкании:**

+1  
2  
3  
4

**При КЗ провод нагревается вследствие:**

+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?**

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

**Укажите уравнение теплового баланса проводника:**

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

$$+ dQ_{ВД} = dQ_{ВН} + dQ_{РС}$$

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

$$T = \Theta_{ПР} - \Theta_{ОС}$$

**Укажите формулу для определения изменения температуры проводника при нагреве:**

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

$$T = \Theta_{ПР} - \Theta_{ОС}$$

$$dQ_{ВД} = dQ_{ВН} + dQ_{РС}$$

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

**Укажите формулу для определения изменения температуры проводника при остывании:**

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

$$dQ_{ВД} = dQ_{ВН} + dQ_{РС}$$

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

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

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

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

$$dQ_{ВД} = dQ_{ВН} + dQ_{РС}$$

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

$$T = \Theta_{ПР} - \Theta_{ОС}$$

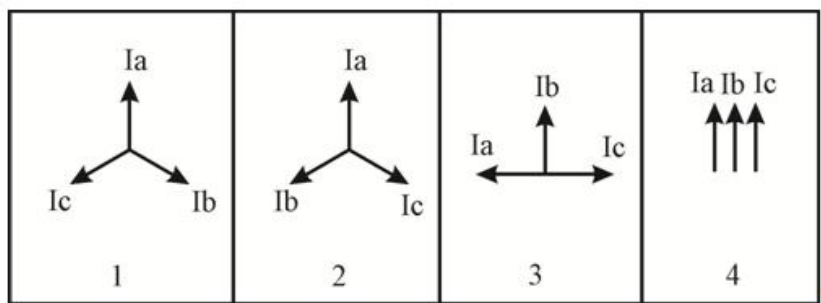
**Температура – это:**

- +мера средней кинетической энергии тела
- нагрев тела
- нагрев и охлаждение тела
- степень нагрева

**При помощи каких симметричных составляющих можно описать любой несимметричный режим?**

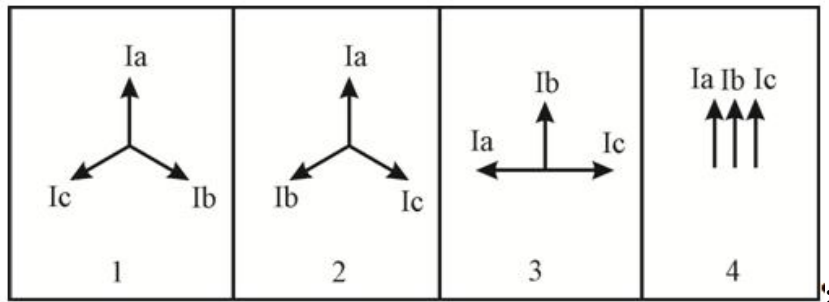
- составляющих прямой, обратной последовательностей
- +составляющих прямой, обратной, нулевой последовательностей
- составляющих прямой последовательности
- составляющих нулевой последовательности

**Укажите векторы прямой последовательности**



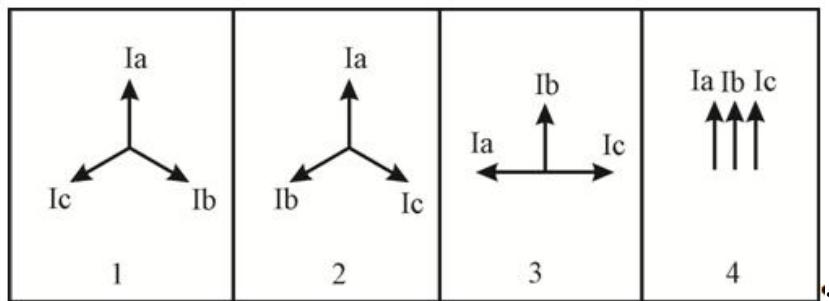
- +1
- 2
- 3
- 4

**Укажите векторы обратной последовательности**



- 1
- +2
- 3
- 4

**Укажите векторы нулевой последовательности**



- 1
- 2
- 3
- +4

**Чему равен оператор поворота?**

- + $a=e^{-j120}$
- $a=e^{-j90}$
- $a=120$
- $a=90$

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

- +увеличатся
- уменьшатся
- останутся прежними
- сначала увеличатся, затем уменьшатся

**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  
остаётся прежним  
сначала увеличивается, затем уменьшается

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

+увеличивается  
уменьшается  
остаётся прежним  
сначала увеличивается, затем уменьшается

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

+увеличивается  
уменьшается  
остаётся прежним  
сначала увеличивается, затем уменьшается

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

+сложностью выявления  
созданием максимальных динамических усилий  
значительным изменением передаваемой мощности  
значительным изменением частоты

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

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

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

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

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

**Часть нейтралей трансформаторов в сетях 110 кВ и выше соединяют с землёй через разрядник для:**

лучшего заземления  
+защиты от перенапряжения

предотвращения неполнофазных режимов работы  
согласования режимов работы сети

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

увеличится  
+уменьшится  
останется прежней  
сначала увеличится, затем уменьшится

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

увеличится  
+уменьшится  
останется прежним  
сначала увеличится, затем уменьшится

**Почему сопротивление трансформатора, ток у однофазного КЗ больше, чем ток у 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

**Токи прямой последовательности протекают под действием ЭДС:**

+прямой последовательности  
обратной последовательности  
нулевой последовательности  
прямой и обратной последовательностей

**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-1пк <sub>ос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей	Студент принимает активное участие в ходе проведения практических занятий, правильно отвечает на поставленные вопросы по теме, знает общие сведения о статической и динамической устойчивости генераторов, асинхронных электродвигателей и о методах повышения статической и динамической устойчивости сложных систем, на базовом уровне способен осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей



### **Модуль 3. Аварийные режимы, лавина частоты, лавина напряжения, автоматика энергосистем.**

*Вопросы для собеседования:*

1. Как рассчитать сопротивление петли фазный-нулевой провод для проводов СИП?
2. Для чего часть нейтралей трансформаторов в сети 110 кВ и выше соединяют с землёй через разрядник?
3. Для чего устанавливаются повторные заземления на линиях 0,38 кВ?
4. Для чего предназначены повторные заземления в сети 0,38 кВ?
5. Назовите разрешённую максимальную величину сопротивления заземления трансформаторного пункта 10/0,4 кВ.
6. Назовите разрешённую максимальную величину сопротивления повторного заземления, устанавливаемого на линии 0,38 кВ.
7. Как рассчитывается напряжение прикосновения?
8. Как распределяется потенциал в точке установки повторного заземления в случае протекания по нему тока?
9. Объясните, с точки зрения теории симметричных составляющих, влияние обрыва одной из фаз для трёхфазного электродвигателя.
10. В чем заключается особенность расчетов несимметричных режимов с применением теории симметричных составляющих?
11. Запишите уравнения для определения составляющих прямой, обратной, нулевой последовательностей напряжения.
12. Поясните расчет несимметричных режимов на примере однофазного короткого замыкания.
13. Запишите формулы для определения составляющих прямой, обратной, нулевой последовательностей тока.
14. Запишите формулы для определения составляющих прямой, обратной, нулевой последовательностей ЭДС.
15. Запишите формулы для определения сопротивлений прямой обратной и нулевой последовательностей линии электропередачи 0,38 кВ.
16. Запишите формулы для определения сопротивлений прямой обратной и нулевой последовательностей трансформатора 10/0,4.
17. Запишите формулы для определения сопротивлений прямой обратной и нулевой последовательностей реактора.

#### **Тестирование (ТСк, ТСП)**

*Выберите один правильный вариант ответа*

**Токи обратной последовательности протекают под действием ЭДС:**

прямой последовательности

+обратной последовательности

нулевой последовательности

прямой и обратной последовательностей

**Токи нулевой последовательности протекают под действием ЭДС:**  
 прямой последовательности  
 обратной последовательности  
 +нулевой последовательности  
 прямой и обратной последовательностей

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

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

$$Z_1 = Z_2 = Z_0$$

$$2Z_1 = Z_2 = Z_0$$

$$Z_1 = Z_2 = 2Z_0$$

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

$$Z_1 = 2Z_2 = Z_T; \quad Z_0 = Z_T^1$$

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

$$+ Z_1 = Z_2 = Z_T$$

$$2Z_1 = 2Z_2 = Z_T; \quad Z_0 = Z_T^1$$

**Бак трансформатора при однофазном КЗ разогревается за счет:**  
 токов нулевой последовательности  
 магнитных потоков прямой последовательности  
 магнитных потоков обратной последовательности  
 +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:**

$$A_0 = \frac{1}{3}(A+B+C).$$

$$A_1 = \frac{1}{3}(A+Ba+Ca^2).$$

$$+ A_2 = \frac{1}{3}(A+Ba^2+Ca).$$

$$A_3 = (A+Ba^2+Ca).$$

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

$$+ A_0 = \frac{1}{3}(A+B+C).$$

$$A_1 = \frac{1}{3}(A+Ba+Ca^2).$$

$$A_2 = \frac{1}{3}(A+Ba^2+Ca).$$

$$A_3 = (A+Ba^2+Ca).$$

**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.; 3-х фазное к.з.; обрыв фазы  
замыкание на землю; двухфазные к.з.; 3-х фазное к.з.; обрыв фазы; однофазные замыкания

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

замыкание на землю; двухфазные к.з.; 3-х 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

**Емкость между фазами и землёй зависит от:**

трансформатора

нагрузки

+расстояния между фазами и землёй, длины линии  
марки провода

**Укажите формулу для расчета тока короткого замыкания на землю для ВЛ с изолированной нейтралью при ведении приближённых расчетов:**

$$+ I_{кз} = \frac{U, \text{кВ}\sqrt{L, \text{км}}}{350}$$

$$I_{кз} = \frac{U, \text{кВ}\sqrt{L, \text{км}}}{10}$$

$$Z_1 = 2Z_2 = Z_T; Z_0 = Z_T^1$$

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

**Укажите формулу для расчета тока короткого замыкания на землю для КЛ с изолированной нейтралью при ведении приближённых расчетов:**

$$Z_1 = 2Z_2 = Z_T; Z_0 = Z_T^1$$

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

$$+ I_{кз} = \frac{U, \text{кВ}\sqrt{L, \text{км}}}{10}$$

$$I_{кз} = \frac{U, \text{кВ}\sqrt{L, \text{км}}}{350}$$

**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

**Укажите верное отношение между  $R$  и  $X$  для мощных силовых трансформаторов:**

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

**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

**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-1 <sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей	Студент принимает активное участие в ходе проведения практических занятий, правильно отвечает на поставленные вопросы по теме, знает общие сведения об аварийных режимах, лавине частоты и напряжения, а также автоматике энергосистем, на базовом уровне способен осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей

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

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

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

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

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

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

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

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

замыкание на землю; двухфазные к.з.; 3-х фазное к.з.; однофазные замыкания

**3. Оборудование выбирают по току режима короткого замыкания вблизи генератора:**

+сверхпроводного  
затухания  
установившегося режима  
номинального режима

**Задания открытого типа**

*Дайте развернутый ответ на вопрос*

**4. Какие допущения принимают при расчете тока короткого замыкания?**

*Правильный ответ:* При расчёте тока короткого замыкания принимаются следующие допущения: точка короткого замыкания питается от источника неограниченной мощности; все фазы имеют одинаковое активно-индуктивное сопротивление; частота тока в сети при КЗ не изменяется.

**5. Какими сопротивлениями обладает протяженная линия электропередачи?**

*Правильный ответ:* Протяжённая линия электропередачи обладает сопротивлением, которое носит активно-индуктивный характер.

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

*Правильный ответ:* Чувствительность релейной защиты проверяют по току установившегося режима короткого замыкания вблизи генератора.

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

*Правильный ответ:* Сила, действующая на проводник с током в магнитном поле, называется силой Ампера.

*Дополните*

**8. Характер нагрева проводов при КЗ считают \_\_\_\_\_ так как провода не успевают нагреться до установившейся температуры от момента начала КЗ до момента его отключения.**

*Правильный ответ:* адиабатическим.

**9. Сопротивление генератора в начальный момент времени короткого замыкания называется \_\_\_\_\_ сопротивлением.**

*Правильный ответ:* сверхпроводным.

**10. При однофазном КЗ с приближением к источнику питания напряжение обратной последовательности \_\_\_\_\_.**

*Правильный ответ:* увеличивается.

**11. При применении теории симметричных составляющих в общем случае расчёт составляющих прямой последовательности производится по формуле**

*Правильный ответ:*  $A1 = \frac{1}{3}(A + Ba + Ca^2)$ .

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).

### **3 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-1 <sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей	Студент в основном владеет материалом по темам курса, знает общие сведения о переходных процессах в энергосистеме, синхронных генераторах и методе относительных единиц, статической и динамической устойчивости генераторов, асинхронных электродвигателях и о методах повышения статической и динамической устойчивости сложных систем, аварийных режимах, лавине частоты и напряжения, а также автоматике энергосистем, на базовом уровне способен осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей