**Комплект оценочных материалов по дисциплине
«Качество электроэнергии»**

**Задания закрытого типа**

**Задания закрытого типа на выбор правильного ответа**

*Выберите один правильный ответ.*

1. По какой формуле определяется доза фликера, связанная с мощностью колебаний?

А) ;

Б) ;

В) ;

Г) **;

Д) правильный вариант отсутствует.

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1)

2. Укажите, ГОСТ 32144-2013 устанавливает нормы для какого из представленных ниже показателей качества электроэнергии?

А) предельно-допустимая рекуперация энергии в электросеть;

Б) несинусоидальность генерации электрической энергии;

В) дефицит мощности и электроэнергии;

Г) биение частоты;

Д) провал напряжения.

Правильный ответ: Д

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1)

3. Чем вызвано ощущение неустойчивости зрительного восприятия, вызванного световым источником, изменяющимся во времени?

А) перенапряжением;

Б) аккомодацией;

В) фликером;

Г) прерыванием напряжения;

Д) несинусоидальностью магнитной индукции и потока.

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1)

*Выберите все правильные варианты ответов*

4. Причиной возникновения высших гармоник в электрической сети является:

А) нелинейность нагрузки;

Б) провал напряжения;

В) активно-емкостная нагрузка;

Г) четные группы соединения обмоток трансформатора;

Д) соединение обмоток трансформатора по схеме звезда-звезда;

Е) правильный вариант отсутствует.

Правильный ответ: А, Д

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1)

5. Из каких основных элементов состоит компенсирующее устройство?

А) базовый делитель напряжения;

Б) коммутатор включения/переключения емкостных элементов;

В) аттенюатор;

Г) емкостной конденсатор;

Д) максимально-токовая защита;

Е) правильный вариант отсутствует.

Правильный ответ: Б, Г, Д

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1)

**Задания закрытого типа на установление соответствия**

*Установите правильное соответствие.*

*Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.*

1. Установите нормально допустимые значения коэффициентов несинусоидальности напряжения для следующих классов напряжения:

|  |  |
| --- | --- |
| Напряжение *U*ном*,* кВ | Нормально допустимое значение (%) |
| 1) 0,38 | А) Не установлен для данного класса напряжения |
| 2) 6-20 | Б) 2,0 |
| 3) 35 | В) 5,0 |
| 4) 110-330 | Г) 4,0 |
| 5) Постоянного тока 800  | Д) 8,0 |

Правильные ответы:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Д | В | Г | Б | А |

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1)

2. Установите предельно допустимые значения коэффициентов несинусоидальности напряжения для следующих классов напряжения:

|  |  |
| --- | --- |
| Напряжение *U*ном*,* кВ | Предельно допустимое значение (%) |
| 1) 0,38 | А) 3,0 |
| 2) 6-20 | Б) 6,0 |
| 3) 35 | В) 8,0 |
| 4) 110-330 | Г) Не установлен для данного класса напряжения |
| 5) 1150 кВ  | Д) 12,0 |

Правильный ответ:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Д | В | Б | А | Г |

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1)

3. Установите правильно соответствие видов нагрузки выражениям для определения сопротивлений обратной последовательности элементов СЭС.

|  |  |
| --- | --- |
| Вид нагрузки | Выражения для расчета сопротивлений обратной последовательности |
| 1) Батареи конденсаторов | А); |
| 2) Выпрямители | Б) ; |
| 3) Дуго-сталеплавильные печи и руднотермические печи | В) ; |
| 4) Нагрузки осветительные | Г) ; |
| 5) Синхронный двигатель | Д). |

Правильные ответы:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Д | В | Б | Г | А |

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1)

4. Установите правильно соответствие видов нагрузки выражениям для определения сопротивлений обратной последовательности элементов СЭС.

|  |  |
| --- | --- |
| Вид нагрузки | Выражения для расчета сопротивлений обратной последовательности |
| 1) Асинхронный двигатель | А); |
| 2) Трехобмоточные трансформаторы с расщепленными обмотками, сдвоенные реакторы для каждой обмотки | Б); |
| 3) Двухобмоточные трансформаторы и реакторы | В); |
| 4) Питающая ЭЭС | Г); |
| 5) Синхронный двигатель | Д) *.* |

Правильные ответы:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Б | Г | В | Д | А |

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1)

**Задания закрытого типа на установление правильной последовательности**

*Установите правильную последовательность.*

*Запишите правильную последовательность букв слева направо.*

1. Установите правильный порядок обработки регистрограмм отклонения напряжения (ОН).

А) определяют границы и середину интервалов группирования, затем подсчитывают суммарное число ОН в одном интервале;

Б) определяют вероятность попадания ОН в каждый интервал и строят гистограмму отклонений напряжения; определяют математическое ожидание и стандарт ОН;

В) определяют напряжение на границах каждого интервала; подсчитывают отклонения , %;

Г) выбирают число интервалов группирования таким образом, чтобы в большинство интервалов попало более четырех-пяти измерений;

Д) разбивают регистрограммы на интервалы равной ширины. Число интервалов (на каждый час регистрации) рекомендуется принимать при построении гистограмм в характерных режимах суточной нагрузки равным 24 (при скорости движения ленты 60 мм/ч) и 60 (при скорости 180 мм/ч).

Правильный ответ: Д, В, Г, А, Б

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1)

2. Установите правильную последовательность расчета коэффициента ν-й гармонической составляющей напряжения.

А) Расчет действующего значения ν-й гармоники:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Б) Расчет коэффициента ν-й гармоники:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

В) Расчет квадратурных составляющих ν-й гармоники:

|  |  |
| --- | --- |
|  $U\_{vx}=\frac{2}{m}\sum\_{i=0}^{m=1}u\left(t\_{i}\right)sinωt\_{i}$;$U\_{vy}=\frac{2}{m}\sum\_{i=0}^{m=1}u\left(t\_{i}\right)cosωt\_{i}$. |  |

Г) Расчет квадратурных составляющих первой гармоники:

|  |  |
| --- | --- |
| $U\_{x}=\frac{2}{m}\sum\_{i=0}^{m=1}u\left(t\_{i}\right)sinωt\_{i}$; |  |
| $U\_{y}=\frac{2}{m}\sum\_{i=0}^{m=1}u\left(t\_{i}\right)cosωt\_{i}$. |  |

Д) Расчет действующих значений первой гармоники:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Правильный ответ: В, А, Г, Д, Б

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1)

3. Установите правильную последовательность расчета при определении несимметрии напряжения:

А) Искомое значение коэффициента обратной последовательности:

|  |
| --- |
| $$K\_{2U}=\frac{U\_{2}}{U\_{ном}}.$$ |

Б) Напряжение обратной последовательности определяется:

|  |
| --- |
| $$U\_{2}=\frac{\left(U\_{x}^{2}+U\_{y}^{2}\right)^{0,5}}{\sqrt{2}}.$$ |

В) Квадратурные составляющие напряжения обратной последовательности рассчитываются по формуле:

|  |
| --- |
| $$U\_{2y}=\frac{1}{3}\left(U\_{Ax}+U\_{By}+U\_{Cz}\right).$$ |

Г) Квадратурные составляющие напряжений фаз *А, В, С* определяются по формулам:

|  |
| --- |
| $U\_{Ax}=\frac{2}{m}\sum\_{i=0}^{m-1}U\_{A}\left(t\_{i}\right)\sin(ωt\_{i})$; |
| $U\_{Ay}=\frac{2}{m}\sum\_{i=0}^{m-1}U\_{A}\left(t\_{i}\right)\cos(ωt\_{i}) $; |
| $U\_{Bx}=\frac{2}{m}\sum\_{i=0}^{m-1}U\_{B}\left(t\_{i}\right)\sin(\left(ωt\_{i}+120°\right))$; |
| $U\_{By}=\frac{2}{m}\sum\_{i=0}^{m-1}U\_{B}\left(t\_{i}\right)\cos(\left(ωt\_{i}+120°\right))$; |
| $U\_{Сx}=\frac{2}{m}\sum\_{i=0}^{m-1}U\_{с}\left(t\_{i}\right)\sin(\left(ωt\_{i}-120°\right))$; |
| $U\_{Сy}=\frac{2}{m}\sum\_{i=0}^{m-1}U\_{с}\left(t\_{i}\right)\cos(\left(ωt\_{i}-120°\right))$. |

Правильный ответ: Г, В, Б, А.

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1)

**Задания открытого типа**

**Задания открытого типа на дополнение**

*Напишите пропущенное слово (словосочетание).*

1. Сторона, получающая электрическую энергию от электрической сети, либо передающая электрическую энергию в электрическую сеть, называется \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Правильный ответ: пользователем электрической энергии.

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1)

2. Совокупность электроустановок и электрических устройств, предназначенных для обеспечения электрической энергией различных потребителей электрических сетей, называется \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Правильный ответ: системой электроснабжения общего назначения.

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1)

3. Организация, владеющая на праве собственности или на ином установленном законами основании объектами электросетевого хозяйства, с использованием которых оказывающая услуги по передаче электрической энергии и осуществляющая в установленном порядке технологическое присоединение энергопринимающих устройств юридических и физических лиц к электрическим сетям, а также осуществляющая право заключения договоров об оказании услуг по передаче электрической энергии с использованием объектов электросетевого хозяйства, принадлежащих другим собственникам и иным законным владельцам и не входящих в единую национальную электрическую сеть, называется \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Правильный ответ: сетевой организацией.

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1)

4. Точка электрической сети, находящаяся на линии раздела объектов электроэнергетики между владельцами по признаку собственности или владения на ином предусмотренном законами основании, определенная в процессе технологического присоединения, называется \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Правильный ответ: точкой передачи электрической энергии.

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1)

5. Электрически ближайшая к конкретной нагрузке пользователя сети точка, к которой присоединены нагрузки других пользователей сети, называется \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Правильный ответ: точкой общего присоединения.

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1)

6. Частота повторения колебаний основной гармоники напряжения электропитания, измеряемая в течение установленного интервала времени, называется\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Правильный ответ: частотой напряжения электропитания.

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1)

7. Среднеквадратическое значение синусоидального напряжения, частота которого не является кратной основной частоте напряжения электропитания, называется\_\_\_\_\_\_\_.

Правильный ответ: напряжением интергармонической составляющей.

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1)

**Задания открытого типа с кратким свободным ответом**

1. Рассчитайте номинальную мощность конденсаторной батареи Qк, для повышения коэффициента мощности до значения 0,95 на предприятии с трехсменным равномерным графиком нагрузки. Среднесуточный расход электроэнергии составляет Wа = 9200 кВтч; Wр = 7400 кВАрч.

Конденсаторы установлены на напряжение 380 В. Значение tgφ1 до компенсации составляет 0,8, а после компенсации tgφ2 = 0,3. Среднесуточная нагрузка составляет 384 кВт.

Правильный ответ: Qк = P (tgφ1 - tgφ2) = 384 (0,8 – 0,33) = 181 кВАр. / Qк=181 кВАр.

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.2)

2. Многофункциональный электросчетчик SL-7000, внесенный в интеллектуальную систему коммерческого учета электрической энергии с передаточным числом 1 кВт·ч=2500 оборотов диска, подключен к последней через коммутатор, трансформаторы тока с КI =300/5 и трансформаторы напряжения с KU = 6000/100. Диск электросчетчика сделал 150 оборотов за 60 с. Определить активную мощность нагрузки присоединения.

Правильный ответ: кВт. /

Р=12960 кВт.

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.2)

3. Активная мощность, потребляемая асинхронным двигателем серии 4А, составляет P1= 300 кВт. Действующий коэффициент мощности в электросети составляет cosφ = 0,7. После предписания Роскомнадзора желаемый требуемый коэффициент мощности электросети, куда подключен асинхронный двигатель следует довести до значения cosφ = 0,98. Определить мощность конденсаторной установки типа КРМ– 0,4 при коэффициенте компенсации kк=0,95.

Правильный ответ: Qk=kk·P1=0,95·315=299,25≈300кВАр. / Qk =300кВАр.

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.2)

4. Определить дополнительные потери мощности, обусловленные пятой гармоникой тока n=5 в асинхронном двигателе серии 4А общепромышленного назначения номинальной мощностью P1=800 кВт, питающегося от электрической сети 0,4 кВ. Электрические потери в меди статорной обмотки двигателя составляют ΔPЭ1=7500 Вт. Кратность пускового тока асинхронного двигателя составляет KI=7,5. Коэффициент несинусоидальности напряжения в питающей электросети составляет KU =15%.

Правильный ответ:

=1698,0 Вт. / 1698,0 Вт.

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.2)

5. Прибор контроля показателей качества электрической энергии ППКЭ- 1-50. М, выявил несинусоидальность напряжения превышающую допустимое значение по ГОСТ в вентильном преобразователе мощностью Sпр=10МВА, работающем с коэффициентом мощности cosφ=0,8. Индуктивное сопротивление преобразователя xпр=0,066Ом, индуктивное сопротивление системы току трехфазного короткого замыкания xc=0,067Ом. Определить величину коэффициента несинусоидальности напряжения, который показал данный прибор.

Правильный ответ:



 / 12 %

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.2)

**Задания открытого типа с развернутым ответом**

1. Определить максимальные значения дозы влияния фликера большой длительности, вызываемого компенсированyой дуго-сталеплавильной печью (ДСП) с номинальной мощностью печного трансформатора Sпечи= 60 МВА и мощностью трехфазного короткого замыкания электросети 2000 МВА для диапазона изменения напряжения 48 – 85.

Время выполнения – 45 мин.

Ожидаемый результат:

1. По рис.1.1. для компенсированной ДСП при заданном диапазоне находим усредненное значение коэффициента приведения =0,66.

|  |
| --- |
|  |
| Рис.1.1. Значение коэффициента *F*пр для КН в виде серий импульсов в зависимости от числа изменений напряжения *N* |

2. Мощность эксплуатационного короткого замыкания ДСП, при полностью опущенных электродах определяется по формуле:

|  |
| --- |
| МВА. |

3. Доза фликера большой длительности, вызываемой компенсированной ДСП, определяется по формуле:

|  |
| --- |
| , |

где, *Sk* – мощность короткого замыкания электросети в точке общего подсоединения, выбирается по минимальному значению, которое могло бы иметь место в течение длительных промежутков времени в году, МВА;

После подстановки, искомые максимальные значения дозы фликера определяются следующим образом:

|  |
| --- |
|  |
|  |

Ответ: для диапазона изменения напряжения 48 максимальные значения дозы фликера равны 0,96, а для диапазона изменения напряжения 85 дозы фликера равна 1,70.

Критерии оценивания:

– задание считается выполненным, если приведена формула дозы фликера большой длительности.

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.3)

2. Выбрать фильтро-компенсирующее устройство (далее – ФКУ) для подстанции ПС 110/10 кВ «ЦРП-1», питающей электролизное производство.

Исходные данные: полная мощность трехфазного короткого замыкания Sкз = 185 МВА; полная мощность 12-пульсного преобразователя UZ Suz=15 МВА; *U*ном*=*10,5 кВ; оптимальное значение реактивной мощности *Q*о = 3,10 МВАр; коэффициенты гармонической составляющей для:

1) 11-й гармоники KU (11) = 5,8 %;

2) 13-й гармоники KU(13) = 4,3%.

Номинальное напряжение батареи статических конденсаторов (БСК)

*U*ном БСК *=* 6,6 кВ. Коэффициент нелинейности нагрузки *kp*=1,42·10-2.

Время выполнения – 60 мин.

Ожидаемый результат:

1. Изобразить однолинейную электрическую схему комбинированного фильтра высших гармоник, представленную на рис. 2.1.

|  |
| --- |
|  |
| Рис. 2.1. Однолинейная электрическая схема комбинированного фильтра высших гармоник |

2. Определить токи высших гармоник преобразователя по формуле:

|  |
| --- |
| , |
| 1) 11-й гармоники: |
|  |
| 2) 13-й гармоники: |
|  |

3. Принимаем к установке одно ФКУ, настроенное на частоту 11-й гармоники. Мощность БСК принимается равной оптимальному значению реактивной мощности: *Qр* = 3,1 МВАр.

4. Находим долю тока 13-й гармоники, протекающего через ФКУ:



5. Ток ВГ в цепи БСК:

 А.

6. Минимальная мощность БСК ФКУ на три фазы:

Qр = 3 **⋅**1,2 **⋅**93 **⋅**6,6 = 2210 кВАр < 3000 кВАр,

что подтверждает допустимость установленной мощности БСК.

Таким образом, вариант установки ФКУ 11-й гармоники является предпочтительным.

Ответ: после проведенных расчетов возможна установка ФКУ, настроенного на частоту 13-й гармоники, но предпочтительней установка ФКУ 11-й гармоники.

Критерии оценивания:

– задание считается выполненным, если изображена однолинейная электрическая схема комбинированного фильтра высших гармоник.

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.3)

3. Определить дозу фликера на ПС 220/110 кВ «Кирова» на I секции шин ЗРУ – 10 кВ в точке 1 после модернизации последней (рис. 3.1) и переноса резкопеременных токоприемников на II секцию шин 10 кВ в точку 2 этой же подстанции. Значения доз фликера на шинах подстанции = 3,78, = 5,25. Мощности трехфазного короткого замыкания на шинах ЗРУ – 10 кВ и ОРУ– 220 кВ составляют: = 250 МВА,= 380 МВА и = 4000 МВА. Среднеквадратичные значения полной мощности нагрузки подстанций = 15 МВ**.**А, = 38 МВ**.**А. Доля резкопеременной нагрузки подстанции 1 составляет 60 %. В расчетах принять, что доза фликера пропорциональна значению среднеквадратичной мощности источника КН.

Время выполнения – 60 мин.

1. Составить однолинейную расчетную схему замещения

ПС 220/110 кВ «ГПП», которая представлена на рис. 3.2.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Рис. 3.1. Однолинейная электрическая схема ПС 220/110 кВ «ГПП» для расчета колебаний напряжения | Рис. 3.2. Расчетная электрическая схема замещения ПС 220/110 кВ «ГПП» |

2. Для электросети на рис. 3.1 и 3.2 следует рассматривать дозу фликера как источники напряжения соответственно по 1-й и 2-й секциям шин  и .

3. Искомая доза фликера в точке 1 после подключения резкопеременной нагрузки на II секцию шин 10 кВ ПС 220/110 кВ «ГПП» определяется по формуле:

|  |
| --- |
|  |

Таким образом, схемное решение, заключающееся в переносе резкопеременной нагрузки на II секцию шин 10 кВ ЗРУ-10 кВ ПС 220/110 кВ «ГПП», позволяет снизить уровень колебаний напряжения на I cекции шин 10 кВ этой подстанции, где подключена спокойная нагрузка, до допустимого значения.

Ответ: 0,49

Критерии оценивания:

– задание считается выполненным, если составлена однолинейная расчетная схема замещения ПС 220/110 кВ «ГПП».

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.3)

4. Силовые нагрузки цеха штампов и пресс-форм ПАО «Лугансктепловоз» индуцируют в питающей распределительной электрической сети 6 кВ вызывают ступенчатое повторяющее изменение напряжения  (*d* =1), имеющее частоту повторения *r* = 3 мин-1. Определить колебания напряжения при коэффициенте эквивалентности *F*пр = 1 и коэффициенте зависящем от частоты повторения *R* ≈ 1.

Время выполнения – 60 мин.

Ожидаемый результат:

1. Так как в данном случае имеют место повторяющиеся возмущения, то следует применить аналитический метод определения колебаний напряжения с использованием формулы:

|  |
| --- |
|  |

2. Используя кривую, представленную на рис. 4.1, определить соответствующее ступенчатое изменение напряжения.

|  |
| --- |
|  |
| Рис. 4.1. Кривая допустимых колебаний напряжения |

По кривой находим, что: d0 = 1,95 %.

Тогда при возмущениях d = 1 %:



По формуле аналитического метода определим значение величины колебаний напряжения:



Критерии оценивания:

– задание считается выполненным, если приведена формула аналитического метода определения значения величины колебаний напряжения.

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.3)

5. Изобразите упрощенную однолинейную силовую электрическую схему симметрирующего устройства, действующего на предприятии «ЧАО Лугцентрокуз им. С.С. Монятовского», представленную на рис.5.1. Однофазные электрические печи мощностью 3,0 и 5,0 МВА при сos φ=1 подключены к электросети 6 кВ на линейные напряжения  и . На шинах напряжением 6 кВ =180 МВА. Определите значение  и рассчитайте параметры симметрирующего устройства.

|  |
| --- |
|  |
| Рис. 5.1. Однолинейная силовая электрическая схема симметрирующего устройства типа *L-C* с вращающимся магнитным полем |

Время выполнения – 60 мин.

Ожидаемый результат:

Ток обратной последовательности несимметричной нагрузки определяется по формуле:

|  |
| --- |
|  |
|  |

Коэффициент обратной последовательности:

|  |
| --- |
|  |

Мощность батареи конденсаторов для полного устранения несимметрии:

|  |
| --- |
|  |

Критерии оценивания:

– задание считается выполненным, если указана формула обратной последовательности.

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.3)