

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Институт приборостроения и электротехнических систем
Кафедра электроэнергетики

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института

Тарасенко О.В.



» 11 2025 года

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине

«Электрические и электронные аппараты»

По направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Профиль: «Электроснабжение»

Разработчик:
доцент кафедры электроэнергетики

 Половинка Д.В.

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры электроэнергетики
от «11» марта 2025 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой  Половинка Д.В.

Луганск – 2025 г.

**Комплект оценочных материалов по дисциплине
«Электрические и электронные аппараты»**

Задания закрытого типа

Задания закрытого типа на выбор правильного ответа

Выберите один правильный ответ

1. Как рассчитать электрические потери при переменном токе в немагнитном проводнике?

А) $P = k_p k_6 I^2 R$;

Б) $P = I^2 R$

В) $P = (2,9 \div 3,25) \cdot 10^{-4} \left(\frac{I}{\Pi} \right)^{\frac{5}{3}} S_{\text{охл}} \sqrt{f}$;

Г) $P = k_T S_{\text{охл}} (v - v_0)$;

Д) правильный вариант отсутствует.

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

2. Укажите, к какому виду контактов относится мостиковый контакт.

А) расходящийся;

Б) с плоскими пружинами;

В) щеточные скользящие;

Г) напылённые;

Д) правильный вариант отсутствует.

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

3. Усилие, противодействующее тяговой силе, в электромагните клапанного типа создается:

А) противодействующим магнитным потоком;

Б) возвратной пружиной;

В) стопорным винтом;

Г) полюсным наконечником

Д) правильный вариант отсутствует.

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

Выберите все правильные варианты ответов

4. Электродинамическое усилие (ЭДУ) возникает:

А) в прямолинейном проводнике с током;

- Б) в изогнутом проводнике с током;
 В) между двумя проводниками, но только один с током;
 Г) между двумя проводниками с током;
 Д) правильный вариант отсутствует.

Правильный ответ: Б, Г

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

5. Из каких основных элементов состоят максимально-токовые электромагнитные реле?

- А) катушка;
 Б) ферромагнитный магнитопровод;
 В) стальной якорь с подвижными контактами;
 Г) полюса;
 Д) правильный вариант отсутствует.

Правильный ответ: А, Б, В

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

Задания закрытого типа на установление соответствия

Установите правильное соответствие.

Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

1. Установите соответствие химических соединений контактных материалов значениям их удельного электрического сопротивления.

- | | |
|------------------------------------|------------------------------|
| 1) медь (Cu) | А) $1,6 \cdot 10^{-8}$ Ом·м |
| 2) оксид меди (CuO) | Б) $1 \cdot 10$ Ом·м |
| 3) закись меди (Cu ₂ O) | В) $1,72 \cdot 10^{-8}$ Ом·м |
| 4) серебро | Г) $10^6 \cdot 10^7$ Ом·м |

Правильный ответ:

1	2	3	4
В	Б	Г	А

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

2. Установите соответствие названий электрических аппаратов и их назначений.

- | | |
|--|---------------------------|
| 1) защита от токов короткого замыкания | А) броневой электромагнит |
| 2) обеспечение видимого разрыва цепи | Б) разъединитель |
| 3) защита элементов электрической цепи от токов перегрузки и перегрева | В) плавкая вставка |
| 4) создание тягового усилия | Г) тепловое реле |

Правильный ответ:

1	2	3	4
В	Б	Г	А

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

3. Установите соответствие электрических контактов их видам.

- | | |
|------------------------|-------------------------------------|
| 1) сварное соединение | А) взаимоподвижные, неразмыкающиеся |
| 2) болтовое соединение | Б) взаимонеподвижные, разъёмные |
| 3) щёточные скользящие | В) взаимоподвижные, размыкающиеся |
| 4) мостиковые контакты | Г) взаимонеподвижные, неразъёмные |

Правильный ответ:

1	2	3	4
Г	Б	А	В

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

Задания закрытого типа на установление правильной последовательности

Установите правильную последовательность.

Запишите правильную последовательность букв слева направо.

1. Установите правильную последовательность процессов при срабатывании реле напряжения, включённого в электрическую цепь с номинальным напряжением.

- А) Остановка якоря. Замыкание контактов реле.
- Б) Увеличение значения напряжения в цепи выше номинального.
- В) Увеличение значения магнитного потока в магнитной системе реле.
- Г) Увеличение значения электрического тока в катушке реле.
- Д) Увеличение значения тяговой силы больше, чем у противодействующей пружины. Начало движения якоря.

Правильный ответ: Б, Г, В, Д, А

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

2. Установите правильную последовательность процессов при размыкании магнитным пускателем электрической цепи, содержащей активно-индуктивную нагрузку (асинхронный двигатель).

- А) Уменьшение тяговой силы до значения меньшего, чем у противодействующей пружины. Начало движения траверсы пускателя.
- Б) Размыкание силовых контактов. Образование электрической дуги
- В) Уменьшение тока в обмотке и магнитного потока.
- Г) Размыкание контактов обмотки магнитного пускателя.
- Д) Гашение дуги в дугогасительной камере.

Правильный ответ: Г, В, А, Б, Д

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

3. Установите правильную последовательность процессов при срабатывании максимально-токового реле индукционного типа, включённого в электрическую цепь с номинальным током.

- А) Увеличение значения электродинамического момента больше, чем момент

инерции диска. Зацепление кулисы (зубчатый сегмент) с червяком и начало её движения.

Б). Увеличение значения электрического тока в обмотке реле.

В) Увеличение значения магнитного потока в магнитной системе реле.

Г) Остановка кулисы (зубчатый сегмент). Быстрое срабатывание якоря. Замыкание контактов реле.

Д) Увеличение значения тока в цепи выше номинального.

Правильный ответ: Д, Б, В, А, Г

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

Задания открытого типа

Задания открытого типа на дополнение

Напишите пропущенное слово (словосочетание).

1. Явление неравномерного распределения плотности переменного тока по поперечному сечению одиночного проводника называется _____

Правильный ответ: поверхностным эффектом

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

2. Распространение тепловой энергии при непосредственном соприкосновении отдельных частиц или тел, имеющих разную температуру, называется _____

Правильный ответ: теплопроводностью

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

3. Режим, при котором, температура частей электрического аппарата за время нагрузки не достигает установившегося значения, а за время паузы не достигает температуры холодного состояния, называется _____

Правильный ответ: повторно-кратковременным

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

4. Поперечное сечение проводника используется не полностью для протекания электрического тока, что и вызывает дополнительное по сравнению с сопротивлением однородного проводника активное сопротивление, которое называется _____

Правильный ответ: сопротивлением стягивания

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

5. Электрическое реле, работа которого основана на использовании относительного перемещения его элементов, называется _____

Правильный ответ: электромеханическим реле

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

Задания открытого типа с кратким свободным ответом

1. Рассчитайте минимально возможный ток плавкой вставки для АД, если мощность однофазного АД $P_2 = 11 \text{ кВт}$, коэффициенты $\eta = 0,89$ и $\cos \varphi = 0,87$ при действующем напряжении $U = 220 \text{ В}$ и кратности пускового тока $k_I = 6,5$.

$$\text{Правильный ответ: } I_{\min} = k_I \cdot \frac{P_2}{U \cdot \eta \cdot \cos \varphi} = 6,5 \cdot \frac{11 \cdot 10^3}{220 \cdot 0,89 \cdot 0,87} = 419,7 \text{ А} / 419,7 \text{ А}$$

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.2)

2. Рассчитайте коэффициент запаса для реле напряжения, если сопротивление обмотки $R_{\text{ОБ}} = 250 \text{ Ом}$, ток в номинальном режиме (рабочий) $I_H = 0,95 \text{ А}$, а напряжения срабатывания, $U_{\text{СР}} = 220$.

$$\text{Правильный ответ: } K_3 = \frac{X_{\text{РАБ}}}{X_{\text{СР}}} = \frac{U_{\text{РАБ}}}{U_{\text{СР}}} = \frac{I_H \cdot R_{\text{ОБ}}}{U_{\text{СР}}} = \frac{0,95 \cdot 250}{220} = 1,0795 / 1,08;$$

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.2)

3. Рассчитайте пусковой ток через магнитный пускатель, если мощность трехфазного АД $P_2 = 22 \text{ кВт}$, коэффициенты $\eta = 0,905$ и $\cos \varphi = 0,9$ при действующем напряжении $U = 380 \text{ В}$ и кратности пускового тока $k_I = 7,0$.

$$\text{Правильный ответ: } I_{\text{пуск}} = k_I \cdot \frac{P_2}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \eta \cdot \cos \varphi} = 7,0 \cdot \frac{22 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,905 \cdot 0,9} = 287,27 \text{ А} / 287,27 \text{ А} / 287,3 \text{ А}$$

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.2)

4. В системе электроснабжения имеются параллельно расположенные алюминиевые шины, по которым протекает электрический ток и между которыми возникает электродинамическое усилие (ЭДУ). Рассчитайте коэффициент геометрии для дальнейшего вычисления ЭДУ, если расстоянием между шинами $a = 2,5 \text{ см}$, сами шины длиной $l = 1,8 \text{ м}$, шириной $b = 8 \text{ см}$ и высотой $h = 7 \text{ мм}$.

$$\text{Правильный ответ: } K_{\Gamma} = \frac{\sum D - \sum S}{a} = \frac{2 \cdot D - 2 \cdot a}{a} = \frac{2 \cdot 1,8 - 2 \cdot 0,025}{0,025} = 142,01 / 142 / 142,01$$

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.2)

5. Рассчитайте выделяемую номинальную мощность в тепловом реле магнитного пускателя, если мощность трехфазного АД $P_2 = 30 \text{ кВт}$, коэффициенты $\eta = 0,91$ и $\cos \varphi = 0,907$ при действующем напряжении $U = 380 \text{ В}$, а также сопротивлении теплового реле $R_T = 0,08 \text{ Ом}$.

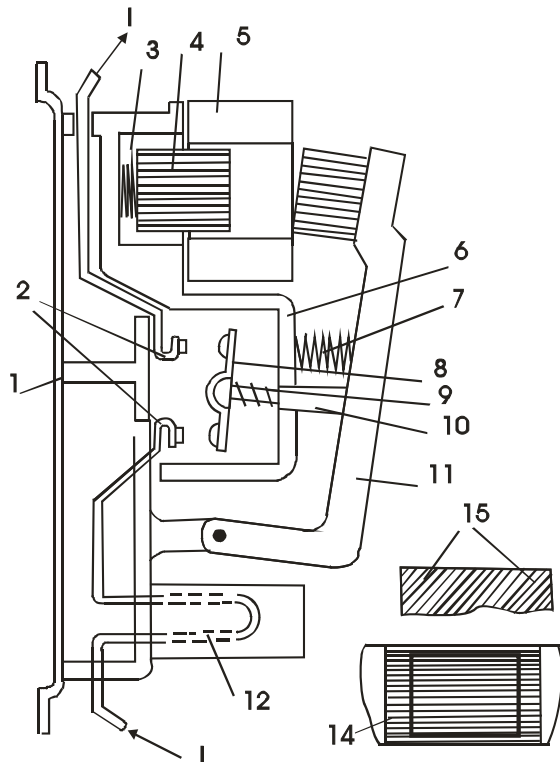
$$\text{Правильный ответ: } I_{\text{ном}} = \frac{P_2}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \eta \cdot \cos \varphi} = \frac{30 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,91 \cdot 0,907} = 55,22 \text{ А}$$

$$\Delta P = I_{\text{ном}}^2 \cdot R_T = 55,22^2 \cdot 0,08 = 243,98 \text{ Вт} / 243,98 \text{ Вт} / 244 \text{ Вт}$$

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.2)

Задания открытого типа с развернутым ответом

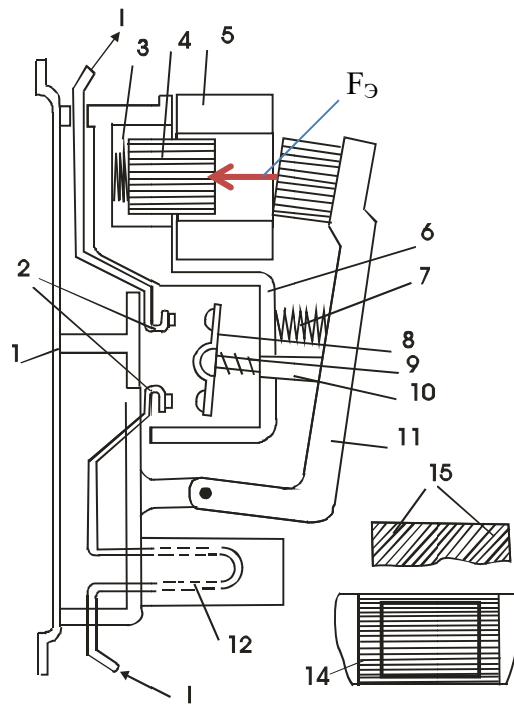
1. Срисуйте эскиз конструкции магнитного пускателя и укажите на нем, как проходит основной магнитный поток, а так же укажите место, где создается тяговая сила $F_{\text{з}}$?



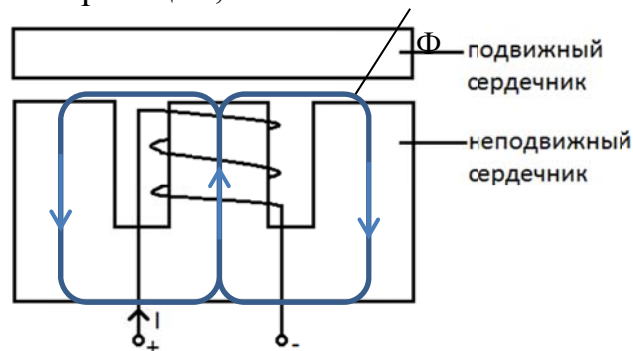
Время выполнения – 45 мин.

Ожидаемый результат:

Решение: Тяговая сила возникает в зазоре магнитной системы, а именно между неподвижной частью магнитопровода, расположенной на основании пускателя, и подвижной частью, закрепленной на траверсе.



Магнитная система представляет собой Ш-образную конструкцию, которую видно в другой проекции, эскиз этой системы:



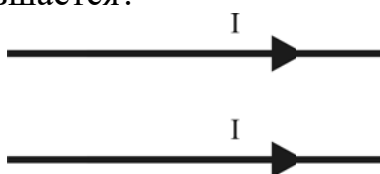
Магнитный поток проходит через центральный и боковые стержни, создавая в зазоре тяговую силу.

Критерии оценивания:

- задание считается выполненным, если указано как проходит магнитный поток и где возникает тяговая сила и даны пояснения, отвечающие смысловому содержанию в ожидаемом результате.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

2. По рисунку определите направление электродинамического усилия (ЭДУ) и дайте пояснения, как определялось направление ЭДУ в данном случае. Объясните, почему с увеличением расстояния между шинами а с неизменным током I и неизменных остальных параметрах электродинамическое усилие уменьшается?

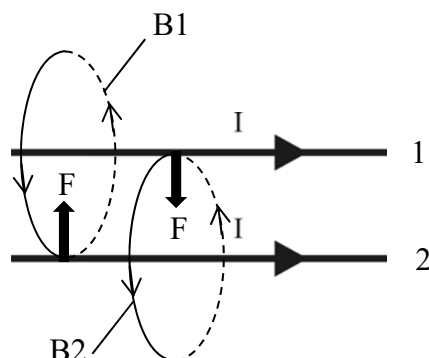


Время выполнения – 45 мин.

Ожидаемый результат:

Решение:

Вокруг проводника с током возникает электромагнитное поле, направление вектора магнитной индукции определяется по правилу правого буравчика.



По правилу левой руки силовые линии магнитной индукции должны входить в ладонь, четыре пальца расположить по направлению тока, тогда отведённый на 90 град. Большой палец покажет направление ЭДУ (F).

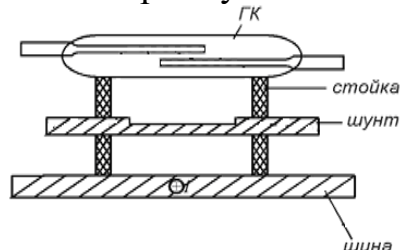
С увеличением расстояния между шинами при неизменном токе и других параметрах электродинамическое усилие уменьшается, поскольку с увеличением расстояния относительно источника (проводника с током) электромагнитное поле ослабевает – уменьшается интенсивность силовых линий магнитной индукции. Соответственно и на другой проводник уменьшается действие поля от другого проводника с током.

Критерии оценивания:

- задание считается выполненным, если определено направление электродинамического усилия и даны пояснения, отвечающие смысловому содержанию в ожидаемом результате.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

3. Объясните, почему в герконовых реле мог бы возникнуть эффект залипания, и каким образом ликвидирован в них этот эффект. Срисуйте эскиз максимально-токового герконового реле таким образом, чтобы ток срабатывания реле увеличился по сравнению с исходным эскизом?



Время выполнения – 45 мин.

Ожидаемый результат:

Решение:

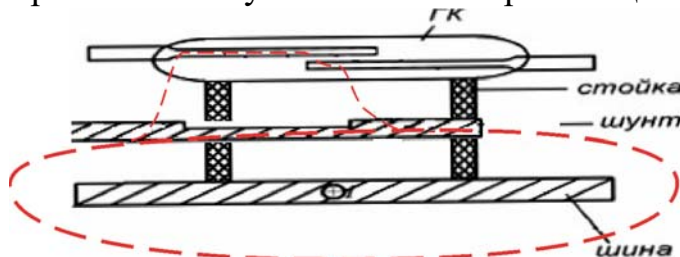
1. В герконовых реле эффект залипания мог возникнуть в том случае, когда в замкнутом состоянии магнитной системы отсутствует магнитный зазор. Тогда остаточный магнитный поток создаёт достаточную тяговую силу для

удержания контактов в замкнутом состоянии при снятии напряжения с обмотки геркона (извлечение источника магнитного поля) – это и есть залипание.

Поскольку магнитный поток проходит через контакты герконового реле, которые являются магнитопроводящими, то между контактами должен быть немагнитный зазор, чтобы не было залипания. Поэтому поверхность контактов покрывают напылением из серебра – уменьшая переходное электрическое сопротивление контакта и создавая немагнитный слой между контактами.

2. Через широкие части шунта

Для усиления магнитного потока токоведущей шины в системах электроснабжения между герконом и шиной устанавливают магнитный шунт, имеющий участок уменьшенного сечения. При определенном токе этот участок насыщается и увеличивается поток выпучивания, замыкающий через контактные сердечники геркона, и замыкает его. Сдвигая влево или вправо шунт, смещается и поток выпучивания, и таким образом только часть потока выпучивания будет пересекать зазор – тяговая сила при том же токе уменьшится. Увеличение тока в шине увеличит магнитный поток, в том числе и выпучивания – ток срабатывания увеличивается при смещении шунта.



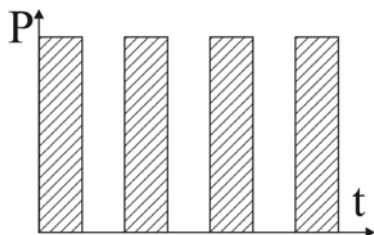
Критерии оценивания:

- задание считается выполненным, если дано пояснение, почему возникает залипание контактов и как от него избавляются или выполнен эскиз герконового реле таким образом, чтобы ток срабатывания реле увеличился по сравнению с исходным эскизом и даны пояснения, отвечающие смысловому содержанию в ожидаемом результате.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

4. Объясните, почему с увеличением разности температур между нагретым электрическим аппаратом и окружающей средой тепловой поток возрастает. Нарисуйте кривую нагрева и укажите на ней точку, где тепловой поток будет максимальным.

По рисунку с помощью линейки определить ПВ для повторно-кратковременного режима. Срисовать его и на нем показать, как будет выглядеть кривая нагрева, если на эскизе масштаб 1 мм : 1 мин. Сделать пояснения.

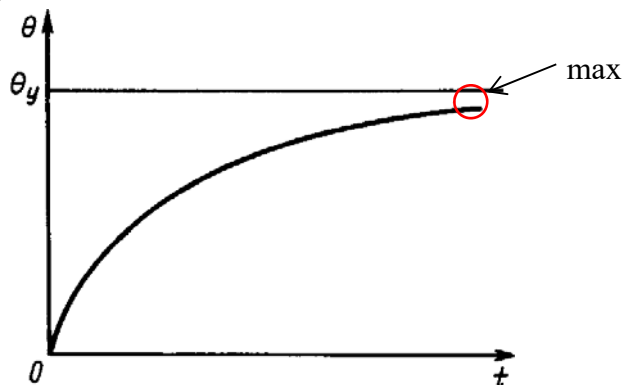


Время выполнения – 45 мин.

Ожидаемый результат:

Решение:

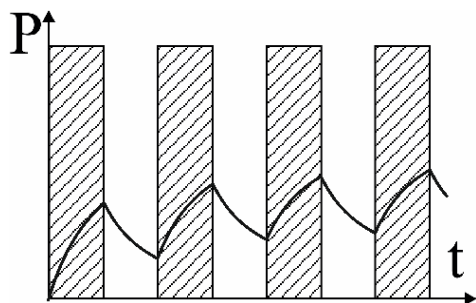
1. Тепловой поток всегда направлен от тела с большей температурой к телу с меньшей температурой. При равенстве температур двух тел поток отсутствует, соответственно с увеличением разности температур поток будет расти.



Максимальное значение теплового потока будет на кривой нагрева при достижении установившегося значения, поскольку при этом температура аппарата достигнет своего максимального значения, а температура окружающей среды будет неизменной. Соответственно будет достигнута наибольшая разность температур и максимальный тепловой поток.

2. Результаты измерений: $t_p=5\text{мм}$; $t_{\Pi}=5\text{мм}$.

$$\text{ПВ} = \frac{t_p}{t_p + t_{\Pi}} \cdot 100\% = \frac{5}{5 + 5} \cdot 100\% = 50\%$$



Когда аппарат находится в рабочем режиме, происходит его нагрев, начиная с температуры окружающей среды. В момент паузы происходит его охлаждение, но температура не успевает достичь температуры окружающей среды. В результате при повторно-кратковременном режиме ни температура окружающей среды, ни установившаяся температура длительного режима не достигается.

Критерии оценивания:

- задание считается выполненным, если представлена кривая нагрева и на ней указана точка, где тепловой поток будет максимальным или же по рисунку определено ПВ для повторно-кратковременного режима и показано, как будет выглядеть кривая нагрева, а так же даны пояснения, отвечающие смысловому содержанию в ожидаемом результате.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

Экспертное заключение

Представленный комплект оценочных материалов по дисциплине (практике) «Электрические и электронные аппараты» соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые оценочные материалы адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль: «Электроснабжение».

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанные и представленные для экспертизы оценочные материалы рекомендуются к использованию в процессе подготовки обучающихся по указанному направлению.

Председатель учебно-методической комиссии
института приборостроения и
электротехнических систем



Яременко С.П.

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)