



**ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ (ТРЕТИЙ) ЭТАП  
ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ СТУДЕНТОВ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И  
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА»**

**Практические задачи**

**Шифр**

**Протокол проверки работы**

| <b>№ задачи</b>  | <b>1</b> | <b>2</b>  | <b>3</b> | <b>4</b>  | <b>5</b> | <b>6</b>  | <b>7</b> | <b>8</b>  |
|------------------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|
| <b>Макс.балл</b> | <b>5</b> | <b>10</b> | <b>5</b> | <b>10</b> | <b>5</b> | <b>10</b> | <b>5</b> | <b>10</b> |
| <b>Баллы</b>     |          |           |          |           |          |           |          |           |

| <b>Фамилия, инициалы членов жюри</b> | <b>Подпись<br/>члена жюри</b> |
|--------------------------------------|-------------------------------|
|                                      |                               |
|                                      |                               |
|                                      |                               |
|                                      |                               |
|                                      |                               |
|                                      |                               |
|                                      |                               |
|                                      |                               |

**Итоговый балл за решение практических задач**

**Казань 2018**

### Задача №1

Для двух последовательно включенных индуктивно связанных катушек (рис.1) получено экспериментально:

- 1) при встречном включении ток  $I_{\text{в}}=1$  А, активная мощность  $P_{\text{в}}=30$  Вт.
  - 2) при согласном включении ток  $I_{\text{с}}=0,6$  А, напряжение  $U=100$  В, частота  $f=400$  Гц.
- Определить взаимную индуктивность  $M$ .

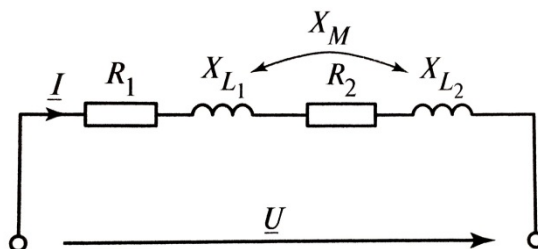


Рис. 1.



## Задача №2

В заданной электрической цепи синусоидального тока показания всех вольтметров  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_3$  одинаковы. Определить показания измерителя разности фаз  $\varphi$  (рис.1).

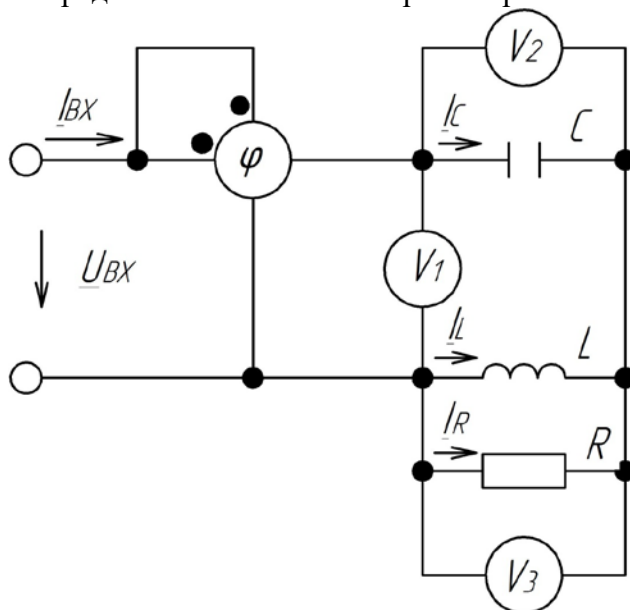


Рис.1.



### Задача №3

Принимая синусоидальное распределение индукции в зазоре, определить основной магнитный поток асинхронной машины при соединении обмоток статора звездой, если число последовательно соединенных витков фазы статора  $w_1 = 302,7$ , обмоточный коэффициент  $k_{o_1} = 0,96$ . Напряжение сети  $U_c = 380 \text{ В}$ , частота  $f = 50 \text{ Гц}$ . Известно также, что падение напряжения на сопротивлениях статорной обмотки составляет 4% от фазного напряжения.

#### Задача №4

Рассчитать величину индуктивного сопротивления реактора  $X_p$  для снижения номинального пускового тока в 2 раза при реакторном пуске трехфазного асинхронного двигателя, если активное и индуктивное сопротивления обмоток двигателя, соответствующие пусковому режиму, равны  $R_k = 0,08 \text{ Ом}$ ,  $X_k = 0,3 \text{ Ом}$ .

### Задача №5

Для годового графика активной нагрузки, представленного на рисунке 1, определить коэффициент формы  $K_f$ , коэффициент заполнения графика  $K_{з.г}$  и число часов использования максимальной нагрузки  $T_a$ .

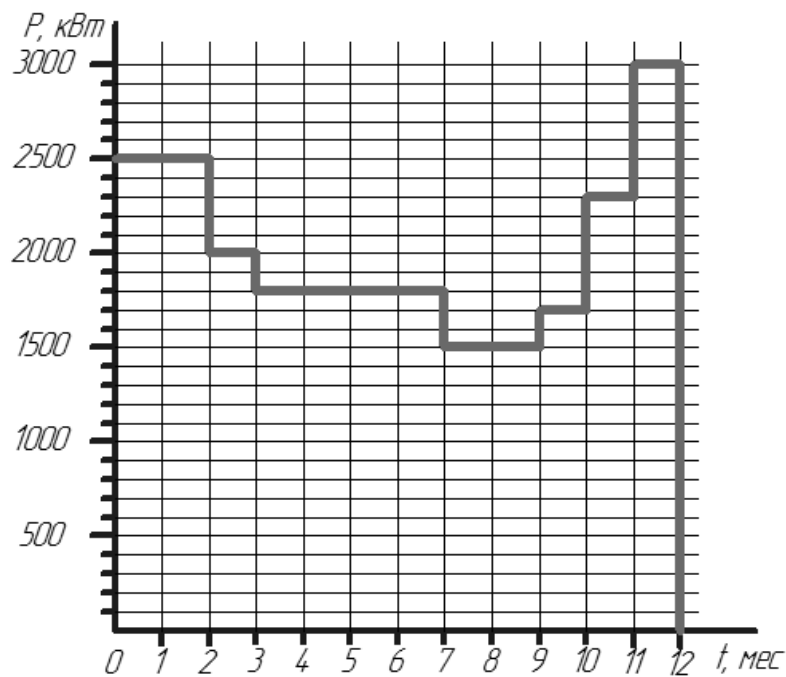


Рисунок 1





### Задача №6

Трансформатор ТРДН-40000/115/11 работает по схеме двухобмоточного трансформатора,  $R_T = 1,4 \text{ Ом}$ ,  $X_T = 34,7 \text{ Ом}$ . Активная мощность нагрузки  $P_2 = 30 \text{ МВт}$ . При какой реактивной мощности нагрузки  $Q_2$  потери напряжения в трансформаторе составят  $\Delta U = 4 \text{ кВ}$ ?

Воздушная ЛЭП-110 кВ, питающая этот трансформатор, выполнена проводами АС-185/29 и работает с той же мощностью нагрузки. Погонные сопротивления  $r_0 = 0,162 \text{ Ом/км}$ ,  $x_0 = 0,413 \text{ Ом/км}$ . При какой длине  $L$  линии потери напряжения в ней также составят  $\Delta U = 4 \text{ кВ}$ ?



### Задача №7

Определить силу взаимодействия двух проводников с током, длиной 200 мм каждый, расположенных на расстоянии 5 мм друг от друга в воздухе. По проводникам проходят токи  $I_1=30$  А и  $I_2=75$  А,  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  Гн/м.

### Задача №8

Для прямого пуска короткозамкнутого асинхронного электродвигателя серии 4А мощностью  $P = 11,0$  кВт, коэффициентом мощности  $\cos\varphi = 0,75$ , КПД  $\eta = 0,870$ , питающегося от сети с номинальным напряжением  $U_{ном.} = 380$  В, используется магнитный пускатель, схема включения которого представлена на рисунке 1. В состав пускателя входят контактор КМ и тепловые реле КК1 и КК2. Категории применения контакторов приведены в Приложении 1 (таблица 1). Технические данные типов пускателей и тепловых реле, рекомендованных при решении задачи, приведены в Приложении 1 (таблицы 2 и 3). Выбрать тип пускателя, тип и номинальные токи теплового реле. По время-токовой характеристике теплового реле (Приложение 2) определить время отключения двигателя при токах перегрузки  $1,3I_{ном.дв.}$  и  $10 I_{ном.дв.}$  при запуске из холодного состояния.

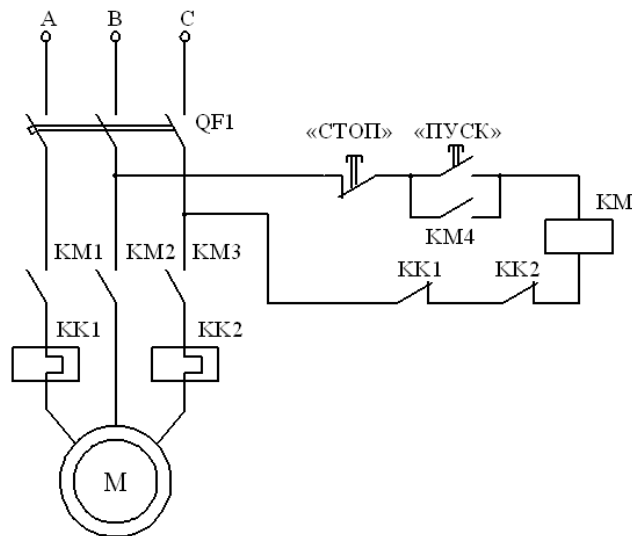


Рисунок 1 - Схема управления и защиты асинхронного двигателя



## Приложение 1

Таблица 1 - Категории применения контакторов в соответствии с ГОСТ 11206-77

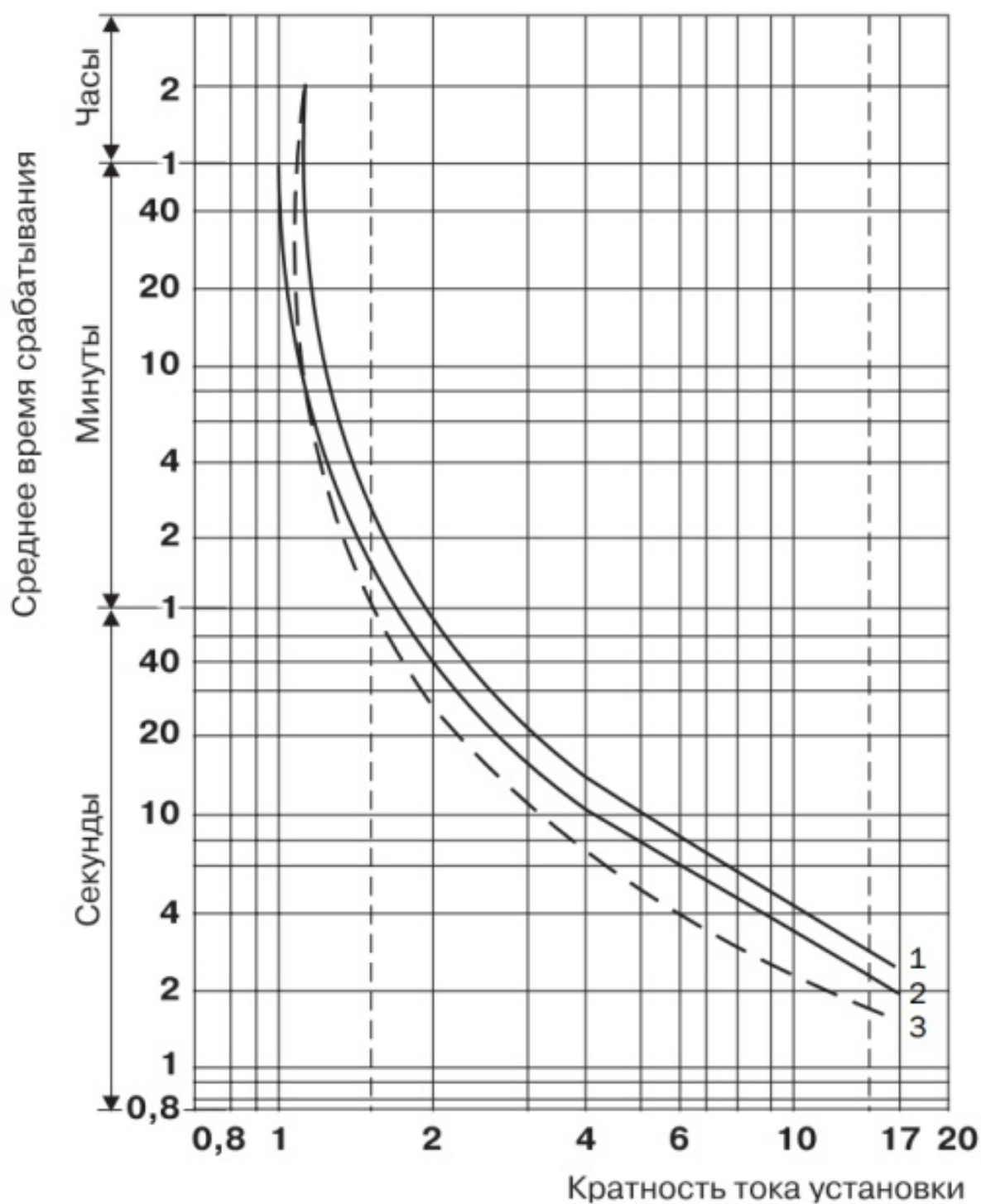
| Род тока                                   | Категория применения | Область применения  |
|--|----------------------|---|
| Переменный<br>AC<br>Alternating<br>current | AC-1                 | Электродвигатели сопротивления, неиндуктивная или слабоиндуктивная нагрузка   |
|  | AC-2                 | Пуск и отключение электродвигателей с фазовым ротором, торможение противотоком  |
|  | AC-3                 | Прямой пуск электродвигателей с короткозамкнутым ротором, отключение вращающихся электродвигателей  |
|  | AC-4                 | Пуск электродвигателей с короткозамкнутым ротором, отключение неподвижных или медленно вращающихся электродвигателей, торможение противотоком                       |
| Постоянный<br>DC<br>Direct<br>current      | DC-1                 | Электродвигатели сопротивления, неиндуктивная или слабоиндуктивная нагрузка   |
|  | DC-2                 | Пуск электродвигателей постоянного тока с параллельным возбуждением и отключение вращающихся электродвигателей постоянного тока с параллельным возбуждением         |
|  | DC-3                 | Пуск электродвигателей постоянного тока с параллельным возбуждением, отключение неподвижных или медленно вращающихся электродвигателей, торможение противотоком     |
|  | DC-4                 | Пуск электродвигателей постоянного тока с последовательным возбуждением и отключение вращающихся электродвигателей постоянного тока с последовательным возбуждением |
|  | DC-5                 | Пуск электродвигателей постоянного тока с последовательным возбуждением, отключение неподвижных или медленно вращающихся двигателей, торможение противотоком        |

Таблица 2 - Типы пускателей

| Тип пускателя | Номинальный ток, А | Максимальный рабочий ток при категории применения AC-3, А | Тип встроенного теплового реле |
|---------------|--------------------|---|--------------------------------|
| ПМЕ-122       | 10                 | 7,5   | ТРН-8                          |
| ПМЕ-222       | 23                 | 18  | ТРН-25                         |
| ПА-322        | 40                 | 30  | ТРН-32                         |
| ПА-422        | 56                 | 50  | ТРП-60                         |
| ПА-522        | 115                | 100   | ТРП-150                        |
| ПА-622        | 140                | 135   | ТРП-150                        |

Таблица 3 – Типы тепловых реле

| Тип теплового реле | Номинальный ток, А | Номинальные токи тепловых элементов реле, А | Пределы регулирования тока уставки           |
|--------------------|--------------------|---|--|
| ТРН-8              | 10                 | 2; 2,5; 3,2; 4; 5; 6,8; 8;10                | от<br>$0,75I_{ном.}$<br>до<br>$1,25I_{ном.}$ |
| ТРН-25             | 25                 | 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25             |  |
| ТРН-32             | 40                 | 16; 20; 25; 32; 40                          |  |
| ТРП-60             | 60                 | 25; 30; 40; 50; 60                          |  |
| ТРП-150            | 150                | 50; 60; 80; 100; 120; 150                   |  |



Время-токовые характеристики теплового реле:

1 - симметричный трехфазный режим из холодного состояния; 2 - симметричный двухфазный режим из холодного состояния; 3 - симметричный трехфазный режим после длительного протекания номинального тока (горячее состояние).