

ЗАДАНИЕ

Коровник на 100 голов с привязным содержанием питается от воздушной ЛЭП напряжением 0,38 кВ в точке С (рисунок 1).

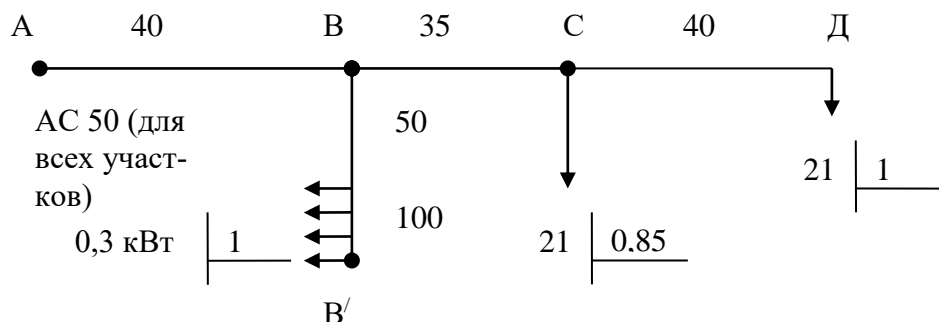


Рисунок 1 Схема нагрузок сети 0,38 кВ:
в точке С - активная нагрузка и коэффициент мощности коровника

Требуется: Определить потерю напряжения на участке АС, %.

Исходные данные: Номинальное напряжение сети $U_{ном} = 380 В$, погонное активное сопротивление провода $r_o = 1,96 Ом/км$, реактивное $x_o = 0,358 Ом/км$, если длины участков указаны в (м), нагрузка в (кВА).

Такой же пример

Центральная ремонтная мастерская питается от воздушной ЛЭП напряжением 0,38 кВ (рисунок 1).

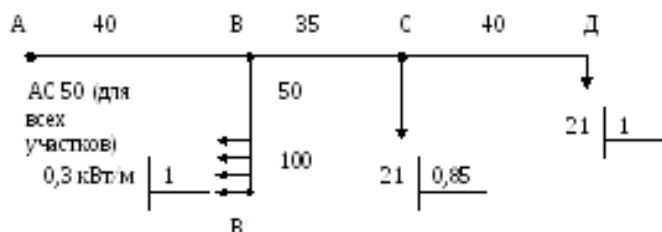


Рисунок 1 Схема нагрузок сети 0,38 кВ:

в точке С - активная нагрузка и коэффициент мощности ремонтной мастерской

Требуется: определить потерю напряжения в (%) до ремонтной мастерской

Исходные данные: номинальное напряжение сети $U_{ном} = 380 В$, погонное активное сопротивление провода $r_o = 1,96 Ом/км$, $x_o = 0,358 Ом/км$, если длины участков указаны в (м), нагрузка в (кВА).

Решение:

Определяем активные и реактивные составляющие нагрузок

$$S_B^1 = 0,3 \cdot 100 = 30 \text{ кВт}$$

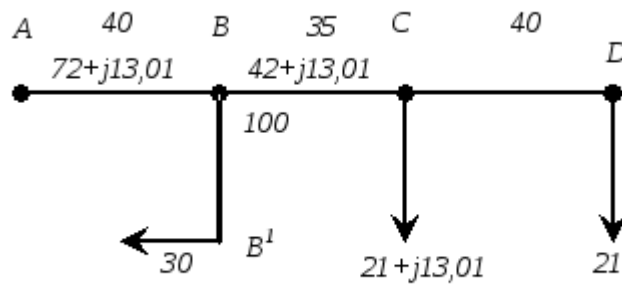
$$S_C = P + jtg \cdot P = 21 + j0,619 \cdot 21 = 21 + j13,01 \text{ кВт}$$

$$S_D = 21 \cdot 1 = 21 \text{ кВт}$$

Найдём потерю напряжения до точки С по формуле

$$\Delta U = \frac{1}{U_{ном}} \left[\sum_{j=1}^n p_{ja} R_j + \sum_{j=1}^n g_{jr} x_j \right]$$

где P_j , g_j - активные и реактивные составляющие нагрузок



Потеря напряжения до точки С

$$\Delta U_{AC} = \frac{72 \cdot 1,96 \cdot 40 + 42 \cdot 1,96 \cdot 35 + 13,01 \cdot 40 \cdot 0,358 + 13,01 \cdot 0,358 \cdot 35}{380} = 23,36 \text{ В}$$

$$\Delta U_{AC} = \frac{23,36}{380} \cdot 100\% = 6,21\%$$

. Ответ: $\Delta U_{AC} = 6,21\%$

ЗАДАНИЕ

Кормоцех фермы КРС питается от передвижной электростанции.

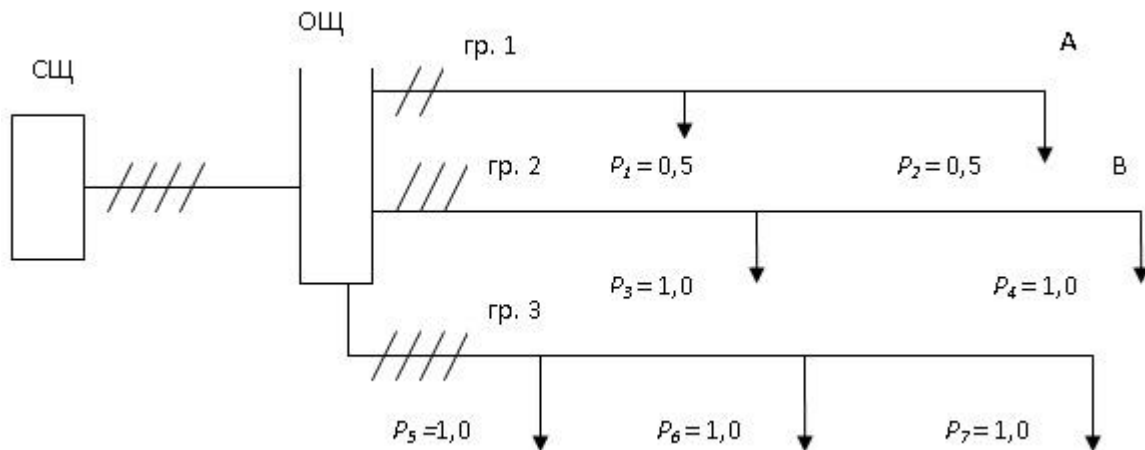


Рисунок 1 Схема осветительной сети кормоцеха

Требуется: Определить полное сопротивление соединительной линии.

Исходные данные: Установленная мощность передвижной электростанции $S = 105 \text{ кВ} \cdot \text{А}$; длина соединительной линии, выполненной проводом АС –25, $l = 0,4 \text{ км}$.

Погонное сопротивление провода постоянному току при 20°C :

- активное $r_0 = 1,146 \text{ Ом/км}$;
- реактивное $x_0 = 0,355 \text{ Ом/км}$.

Решение

Каталожные (справочные) данные провода АС25:

- удельное активное сопротивление постоянному току при $T = 20^\circ \text{C}$ $R_0 = 1,146 \text{ Ом/км}$;
- удельное реактивное сопротивление $X_0 = 0,355 \text{ Ом/км}$;

Расчетные формулы:

Полное сопротивление соединительной линии

$$Z_0 = \sqrt{(R_{\text{Л}}^2 + X_{\text{Л}}^2)};$$

Активное сопротивление линии $R_{\text{Л}} = R_0 \cdot l$;

Реактивное сопротивление линии $X_{\text{Л}} = X_0 \cdot l$.

Подставляем значения в уравнения и определяем полное сопротивление.

ЗАДАНИЕ

Кормоцех фермы КРС получает питание по линии электропередачи ЛЛ от трансформаторной подстанции КТП 10/0,4 кВ с понижающим трансформатором Т2 (рисунок 1).

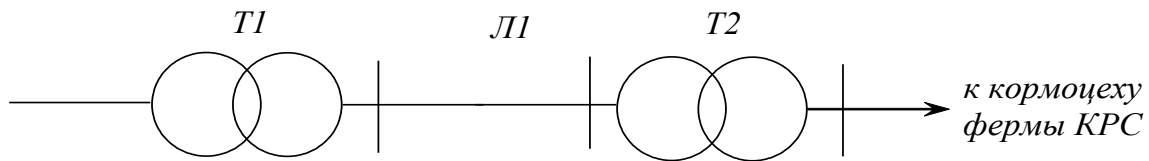


Рисунок 1 Схема системы электроснабжения кормоцеха фермы КРС:
Т1- трансформаторная подстанция 110/10 кВ, ЛЛ- воздушная линия 10 кВ,
Т2- трансформаторная подстанция 10/0,4 кВ

Требуется: Определить показатели надежности системы электроснабжения: параметр потока отказов (интенсивность отказов) системы λ , 1/год; среднюю вероятность отказа системы g ; среднее время её восстановления $T_{\text{в}}$, ч.

Исходные данные: Система электропередачи состоит из повышающего трансформатора Т1, линии электропередачи ЛЛ, понижающего трансформатора Т2. Отказы элементов независимы (таблица 1).

Таблица 1 Показатели надежности системы

Показатели надежности	Элемент сети		
	Т1	ЛЛ	Т2
λ , 1/год	0,04	0,17	0,03
$T_{\text{в}}$, ч	521	7	321

Решение:

Параметр потока отказов $\lambda_{\text{с}}$ системы с параллельно соединёнными элементами равен сумме параметров потока отказов элементов, образующих систему

$$\lambda_{\text{с}} = \lambda_{\text{Т1}} + \lambda_{\text{Л}} + \lambda_{\text{Т2}} = 0,04 + 0,17 + 0,03 = 0,24 \text{ 1/год.}$$

Средняя вероятность отказа $g_{\text{с}}$ системы с последовательно соединёнными элементами

$$g_{\text{с}} = g_{\text{Т1}} + g_{\text{Л}} + g_{\text{Т2}} = \lambda_{\text{Т1}} T_{\text{вТ1}} + \lambda_{\text{Л}} T_{\text{вЛ}} + \lambda_{\text{Т2}} T_{\text{вТ2}} = (0,04 \cdot 521 + 0,17 \cdot 7 + 0,030 \cdot 321) \cdot \frac{1}{8760} = 3,614 \cdot 10^{-6}$$

Среднее время восстановления $T_{\text{вс}}$ системы

$$T_{\text{вс}} = \frac{g_{\text{с}}}{\lambda_{\text{с}}} = \frac{3,614 \cdot 10^{-6}}{0,24} = 15,06 \cdot 10^{-3} \text{ год, } T_{\text{вс}} = 131,924 \text{ ч.}$$

Ответ: $\lambda_{\text{с}} = 0,24 \text{ 1/год}$, $g_{\text{с}} = 3,614 \cdot 10^{-6}$, $T_{\text{вс}} = 15,06 \cdot 10^{-3} \text{ год} = 131,924 \text{ ч.}$

ЗАДАНИЕ

Электроснабжение насосной станции осуществляется от понижающей двухтрансформаторной подстанции КТП 10/0,4 кВ с трансформаторами ТМ-100/10.

Требуется: Определить параметры схемы замещения трансформатора ТМ-100/10.

Исходные данные: Трёхфазный двухобмоточный трансформатор типа ТМ-100/10 имеет следующие паспортные данные:

$$S_{\text{ном}} = 100 \text{ кВА, } U_{\text{вн}} = 10 \text{ кВ, } U_{\text{нн}} = 0,4 \text{ кВ,}$$

$$\Delta P_{\text{к}} = 1,97 \text{ кВт, } \Delta P_{\text{х}} = 0,36 \text{ кВт, } u_{\text{к}} = 4,5 \%, I_{\text{х}} = 2,6 \%.$$

Решение.

1. Паспортные данные для трансформатора ТМ-100/10:

- номинальная мощность $S_{ном}=100$ кВА;
- номинальное высокое напряжение $U_{вн}=10$ кВ;
- номинальное низкое напряжение $U_{нн}=0,4$ кВ;
- потери короткого замыкания $\Delta P_k = 1,97$ кВт;
- потери холостого хода $\Delta P_x = 0,36$ кВт;
- напряжение короткого замыкания $u_k = 4,5$ %;
- ток холостого хода $I_x = 2,6$ %.

2. Активное сопротивление трансформатора, приведенное к высокому напряжению (напряжение высшей обмотки)

$$R = \frac{\Delta P_k U_n^2}{S_{ном}^2} \cdot 10^{-3} = \frac{1,97 \cdot 10^2}{100^2} \cdot 10^3 = 19,7 \text{ Ом.}$$

2. Полное сопротивление

$$Z = \frac{u_k \cdot U_n^2 \cdot 10^3}{100 \cdot S_{ном}} = \frac{4,5 \cdot 10^2}{100 \cdot 100} \cdot 10^3 = 45,0 \text{ Ом.}$$

Ответ: $Z=45$ Ом.

ЗАДАНИЕ

Зернохранилище на 1000 т питается от трансформаторной подстанции $10/0,4 \text{ кВ}$ номинальной мощностью $S_{т.ном} = 100 \text{ кВА}$.

Требуется: Выбрать предохранитель на 10 кВ трансформаторной подстанции по двум условиям: а) при отстройке от рабочего максимального тока на трансформаторной подстанции; б) при отстройке от броска тока намагничивания трансформатора при его включении под напряжение.

Исходные данные: Рабочий максимальный ток, приведенный к высшей стороне трансформатора, $I_{р.мах} = 147 \text{ А}$. Рекомендуемая марка ПКТ, ряд номинальных токов плавких вставок: 2; 3; 5; 10; 15; 20; 30; 50; 75; 100 А. Значение коэффициента K_m при отстройке от рабочего максимального тока принять равным 1,25.

Решение:

1. Максимальный рабочий ток, приведенный к низшей стороне трансформатора

$$I_{работанн} = \frac{147}{25} = 5,88 \text{ А, где } 25 \text{ — коэффициент трансформации трансформатора,}$$

$K_t = 10/0,4 = 25$.

2. Условие выбора тока плавкой вставки предохранителя при отстройке от рабочего максимального тока

$$I_{пвном} \geq K_m \cdot I_{рмах};$$

$$I_{пвном} \geq 1,25 \cdot 5,88 = 7,35 \text{ А, где } K_m = 1,25 \text{ — справочная величина.}$$

3. Условие выбора тока плавкой вставки предохранителя при отстройке от броска тока намагничивания трансформатора при его включении под напряжение

$$I_{пвном} \geq 1,5 \dots 2,0 \cdot I_{тном};$$

$$I_{пвном} \geq 2 \cdot \frac{S_{тном}}{\sqrt{3} U_{ном}} = 2 \cdot \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 10} = 2 \cdot 5,78 = 11,56 \text{ А.}$$

4. Принимаем номинальный ток плавкой вставки

$$I_{пвном} = 15 \text{ А, при которой оба условия выполняются.}$$

Ответ: $I_{пвном} = 15 \text{ А}$.

ЗАДАНИЕ

Ремонтное предприятие питается от КТП 10/0,4 кВ. Защита воздушной линии 10 кВ от токов короткого замыкания осуществляется максимальной токовой защитой (МТЗ) на реле РТВ.

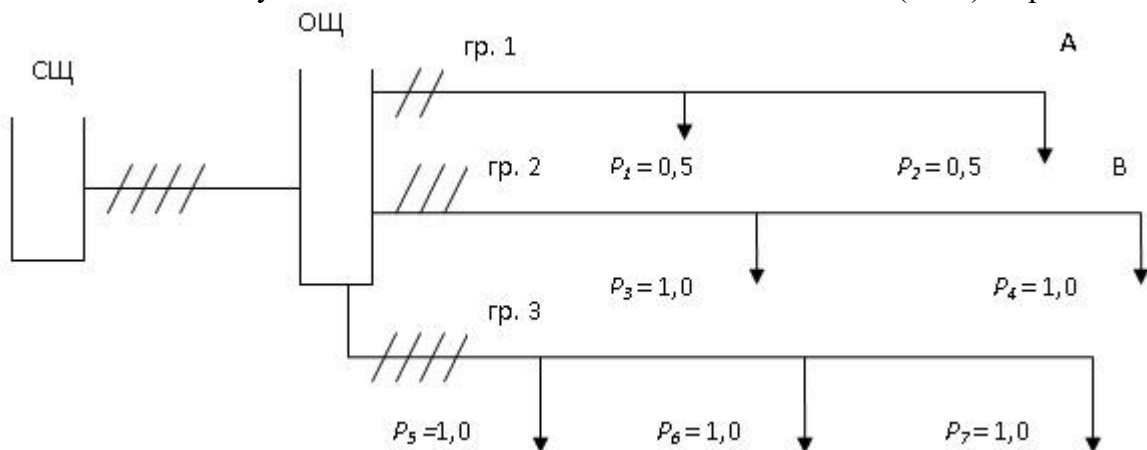


Рисунок 1 Схема осветительной сети механического участка

Требуется: Определить ток уставки I_y на реле тока РТВ МТЗ и коэффициент чувствительности МТЗ - $K_{ч.расч.}$.

Исходные данные: Максимальный рабочий ток линии 10 кВ $I_{p.max} = 29,3$ А; МТЗ выполнена по схеме неполная звезда $K_{сх} = 1$; коэффициент трансформации трансформатора тока $K_m = 10$; минимальный ток короткого замыкания $I_{k.min} = 595$ А; коэффициент надежности $K_n = 1,3$; коэффициент самозапуска $K_{сз} = 1,1$; коэффициент возврата реле равен 0,65.

Решение:

1. Расчетный ток срабатывания защиты

$$I_{с.з.расч.} = \frac{K_n \cdot K_{сз}}{K_v} \cdot I_{p.max} = \frac{1,3 \cdot 1,1}{0,65} \cdot 29,3 = 64,46 \text{ А,}$$

где K_n – коэффициент надежности, $K_n = 1,3$;

$K_{сз}$ – коэффициент самозапуска, учитывающий увеличение тока нормального режима от пусковых токов, после отключения короткого замыкания другими защитами, $K_{сз} = 1,1$ для коммунально-бытовой нагрузки;

K_v – коэффициент возврата реле, $K_v = 0,65$;

2. Ток уставки

$$I_p = \frac{K_{сх}}{K_T} \cdot I_{с.з.расч.} = \frac{1}{10} \cdot 64,46 = 6,46 \text{ А,}$$

где $k_T = \frac{50}{5} = 10$ – коэффициент трансформации трансформатора тока;

$K_{сх}$ – коэффициент схемы, $K_{сх} = 1$,

- Выбираем ток уставки на реле РТВ равным $I_{уст} = 5,6$ А;

3. Коэффициент чувствительности расчетный

$$K_{ч.расч.} = \frac{I_{k.min}}{I_{с.з.г}} = \frac{595}{5,6 \cdot 10} = 10,625$$

4. Коэффициент чувствительности допустимый $K_{ч.доп} = 1,5$;

5. Проверка чувствительности защиты $K_{ч.расч.} > K_{ч.доп.} = 1,5$

Защита чувствительна.

Ответ: $I_{уст} = 5,6$ А на реле тока РТВ; $K_{ч.расч.} = 10,625$

ЗАДАНИЕ

Ферма КРС по выращиванию молодняка питается от системы электроснабжения (рисунок 1).

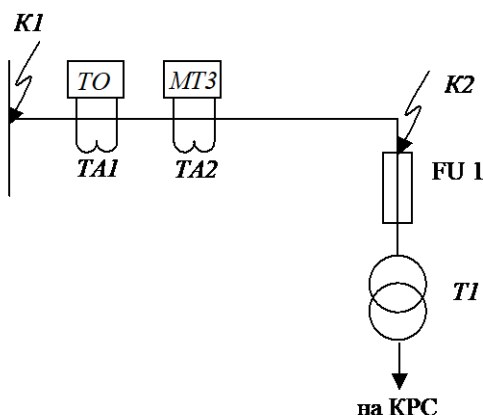


Рисунок 1 Схема системы электроснабжения фермы КРС: К1, К2 – точки короткого замыкания, ТО- токовая отсечка, МТЗ - максимальная токовая защита

Требуется: Определить, почему за ток согласования на карте селективности принимается $I_{K2}^{(3)}$ - ток короткого замыкания в месте установки предохранителя, селективны ли защиты?

Исходные данные: Карта селективности защит системы электроснабжения фермы КРС приведена на рисунке 2.

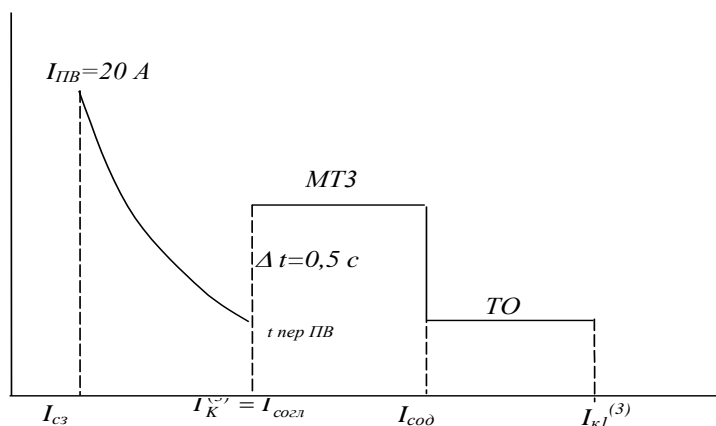


Рисунок 2 Карта селективности защит

Решение:

Ответ: 1. Защиты селективны, т.к. выдержаны ступени селективности по току и по времени.

2. $I_{согл.} = I_{к2}^{(3)}$, т.к. согласуются зависимая и ограничено зависимая характеристики предохранителя и РТ соответственно.

ЗАДАНИЕ

Тепличное хозяйство совхоза « Алексеевский» питается от КТП 10/0,4 кВ с номинальной мощностью трансформатора $S_{т.ном} = 100$ кВА.

Требуется: Определить потери энергии в трансформаторе.

Исходные данные: Каталожные данные КТП $S_{Тном} = 100$ кВА; $\Delta P_x = 0,36$ кВт; $\Delta P_k = 1,97$ кВт; расчетная полная мощность $S_{расч} = 96$ кВА; $\tau = 1200$ ч – время максимальных потерь.

Решение:

$$\Delta W_t = \Delta P_x \cdot 8760 + \Delta P_K \left[\frac{S_{расч.}}{S_{T.ном}} \right]^2 \cdot t ;$$

$$\Delta W_{т1} = 0,36 \cdot 8760 + 1,97 \cdot \left[\frac{96}{100} \right]^2 \cdot 1200 = 5332,26 \text{ кВт} \cdot \text{ч/год};$$

Ответ: $\Delta W_{т1} = 5332,26 \text{ кВт} \cdot \text{ч/год}$

ЗАДАНИЕ

Электроснабжение авторемонтного предприятия осуществляется от КТП 10/0,4 кВ.

Требуется: Определить электроэнергию, потребленную за сутки, значение средней нагрузки и показатели плотности, неравномерности электропотребления.

Исходные данные: Суточный режим электропотребления на участке покраски авторемонтного предприятия характеризуется графиком нагрузки, приведенным на рисунке 1.

$$P(t) = \begin{cases} 0,25t^2, & \text{при } t = \overline{0,4} \\ 4,0, & \text{при } t = \overline{4,20} \\ 4,0 - t, & \text{при } t = \overline{20,24} \end{cases}$$

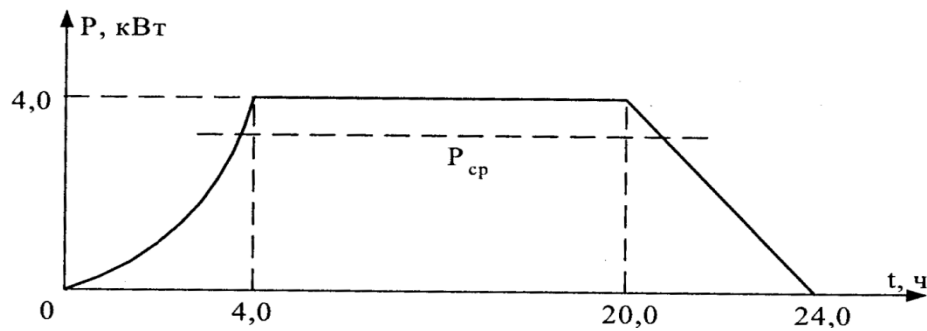


Рисунок 1 Суточный график нагрузки

Решение

Электронергия, потребленная электроустановкой, соответствует в масштабе площади фигуры, ограниченной графиком нагрузки и координатными осями. С учетом аналитического описания графика в результате непосредственного интегрирования мощностей получим

$$\begin{aligned} W &= \int_0^{24,0} P(t) dt = 0,25 \cdot \int_0^{4,0} t^2 dt + 4,0 \int_0^{16,0} dt + \int_0^{4,0} (4,0 - t) dt = \\ &= 0,25 \frac{t^3}{3} \Big|_0^{4,0} + 4,0 \cdot t \Big|_0^{16,0} + 4,0 \cdot t \Big|_0^{4,0} - \frac{t^2}{2} \Big|_0^{4,0} = 77,3 \text{ кВт} \cdot \text{ч}. \end{aligned}$$

Для сопоставления выразим значение электроэнергии в джоулях:

$$W = 77,3 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 77,3 \cdot 10^3 \cdot 3,6 \cdot 10^3 \text{ Вт} \cdot \text{с} = 278 \cdot 10^3 \text{ кДж}$$

и калориях

$$W = 278 \cdot 10^3 \text{ кДж} = 0,239 \cdot 278 \cdot 10^3 = 66,4 \cdot 10^3 \text{ ккал.}$$

Средняя за сутки электрическая нагрузка (4,10)

$$P_{ср} = \frac{1}{T} \int_0^T P(t) dt = \frac{W}{T} = \frac{77,3}{24,0} = 3,22 \text{ кВт}$$

ЗАДАНИЕ

Птицефабрика п. Авдон питается от районной понижающей подстанции.

Требуется: Построить суточный график электрической нагрузки с.х. предприятия. Определить характеристики неравномерности электропотребления.

Исходные данные: На вводе установлен трехфазный счетчик электроэнергии.

Пересчетный коэффициент счетчика равен 40. Показания счетчика приведены в таблице 1.

Таблица 1 Показания счетчика электроэнергии

Время замеров, ч	0	4	8	12	16	20	24
Показания счетчика, кВт·ч	2013,0	2016,7	2021,5	2031,7	2037,1	2051,2	2062,5

Решение

1. Принимаем 6 часовых интервалов осреднения, $\Delta t = 4$ час.
2. Средняя мощность на каждом j -м интервале с учетом пересчетного коэффициента $K_{\text{п}}$ счетчика определяется по формуле

$$P_j = \frac{W_{j+1} - W_j}{\Delta t} k_{\text{п}}, j = 0,6$$

Пересчетный коэффициент равен $K_{\text{п}} = 40$.

3. Средние мощности на 6 интервалах осреднения:
 $P_1 = 37$ кВт, $P_2 = 48$ кВт, $P_3 = 102$ кВт, $P_4 = 54$ кВт, $P_5 = 141$ кВт, $P_6 = 113$ кВт.
4. Суточный график нагрузки сельскохозяйственного предприятия по данным расчетов представлен на рисунке 1

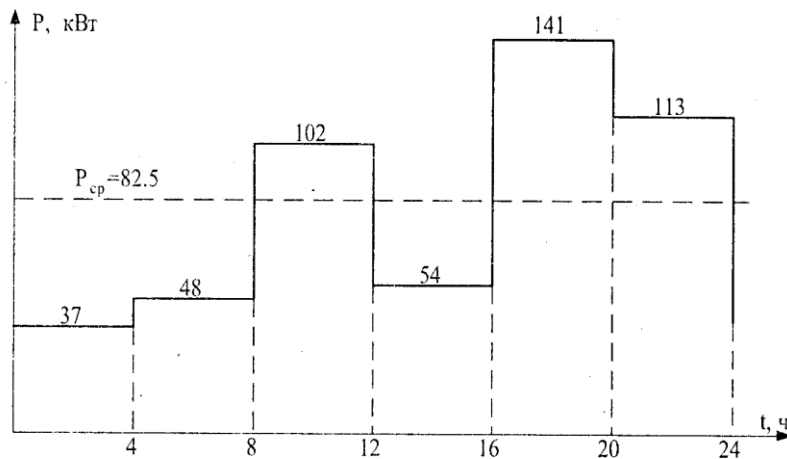


Рисунок 1 Суточный график нагрузки