

КОМПЬЮТЕРИЗАЦИЯ УЧЕБНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

УДК 658.26

С. А. ТЮТЮКОВ, В. С. ТЮТЮКОВ

Тютюков Сергей Александрович родился в 1953 г., окончил в 1975 г. Уральский политехнический институт, кандидат технических наук, помощник ректора Уральского института подготовки и повышения квалификации кадров лесного комплекса по научно-исследовательской работе. Имеет свыше 70 научных трудов в области разработки энергосберегающих технологических процессов получения металлопродукции с использованием нетрадиционных материалов; адаптации электротермического оборудования для нужд отрасли; исследования работы электрооборудования в энергетическом хозяйстве предприятий химико-лесного комплекса и цветной металлургии.



Тютюков Виталий Сергеевич родился в 1976 г., студент математико-механического факультета Уральского государственного университета. Специализируется в области системного программирования.



РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА ЛЗП С ПРИМЕНЕНИЕМ МИКРОКОМПЬЮТЕРА «ЭЛЕКТРОНИКА МК-85»

Предложено применять в инженерных расчетах микрокомпьютеры «Электроника МК-85»; приведены соответствующие программы для определения параметров графиков и координат центра электрических нагрузок.

It has been suggested to employ microcomputers "Elektronika MK-85" in engineering calculations. The applicable software for determining the values of the plots and coordinates of electrical loads centers is presented.

В последнее время все более доступными становятся портативные микрокомпьютеры отечественного и зарубежного производства. Отечественный персональный микрокомпьютер «Электроника МК-85» (МК-85) с оперативной памятью 2 К [4] отличается от программируемых микрокалькуляторов типа «Электроника МК-61», «Электроника МК-52» и др.

[3], главным образом, тем, что общение с ним происходит на алгоритмическом языке Бейсик [4].

Еще одно достоинство МК-85 — он может хранить введенную программу длительное время, пока работоспособны гальванические элементы (при их быстрой замене программа не теряется).

Возможность использования МК-85 на производстве и в учебном процессе можно проиллюстрировать на примере расчета графиков [3] и координат центра [1, 2] электрических нагрузок для рационального размещения трансформаторной подстанции.

Особенности режима работы электроустановок и расход электроэнергии в процессе эксплуатации определяют по суточным или сезонным графикам электрических нагрузок. При проектировании систем электроснабжения находят максимум нагрузки, потери электроэнергии и др. параметры. Основными показателями, используемыми при расчете графиков электрических нагрузок [2, 3], являются следующие:

расход электроэнергии

$$W = \sum_{i=1}^n W_i = \sum_{i=1}^n P_i t_i, \quad (1)$$

где W_i — расход электроэнергии, кВт · ч;

P_i — нагрузка, кВт;

t_i — время, ч;

средняя мощность, кВт,

$$P_{cp} = \sum_{i=1}^n W_i / \sum_{i=1}^n t_i; \quad (2)$$

коэффициент заполнения графика

$$K_3 = P_{cp} / P_{max}, \quad (3)$$

где P_{max} — максимальная мощность (например, получасовой максимум нагрузки), кВт;

коэффициент максимума при совпадении расчетной и максимальной нагрузок

$$K_{max} = P_{max} / P_{cp}; \quad (4)$$

среднеквадратичная нагрузка

$$P_{ск} = \sqrt{\sum_{i=1}^n P_i^2 t_i / \sum_{i=1}^n t_i}; \quad (5)$$

коэффициент формы графика

$$K_{\phi} = P_{ск} / P_{cp}; \quad (6)$$

число часов использования максимума

$$T_{и} = W / P_{max}. \quad (7)$$

Программа расчета графика электрических нагрузок составлена на основе формул (1) — (7) и проверена на исходных данных примера [3].

Программа «Расчет электрических нагрузок»

10 PRINT «Расчет электрических нагрузок»

20 VAC

30 PRINT «Введите число точек; : INPUT A

40 FOR I = 1 TO A

50 PRINT «Введите значение активной мощности P в кВт»; :

INPUT P

```

60 IF P > E; E = P
70 PRINT «Введите время T в часах; : INPUT T
80 F = F + T
90 W = P * T + W
100 B = P ↑ 2 * T + B
110 NEXT I
120 PRINT «Если допустили ошибку, то введите 2, иначе 1»; :
    INPUT G
130 IF G = 2 THEN 20
140 SET 4
150 PRINT «Расход электроэнергии W в кВт · ч равен W =»; W
160 PRINT «Максимальная активная мощность Pmax в кВт равна»; :
170 PRINT «Pmax =»; E
180 K = W/E
190 PRINT «Средняя активная мощность Pcp в кВт равна Pcp =»; K
200 PRINT «Коэффициент заполнения графика Kз равен Kз =»; K/E
210 PRINT «Коэффициент максимума Kmax равен Kmax =»; E/K
220 D = SQR (B/F)
230 PRINT «Среднеквадратичная нагрузка Pск в кВт равна Pск =»; D
240 PRINT «Коэффициент формы графика Kф равен Kф =»; D/K
250 PRINT «Число часов использования максимума Tи равно Tи =»;
    W/E
260 PRINT «Для продолжения вычислений введите 3, иначе 4»;
270 INPUT H
280 IF H = 3 THEN 20
290 END.
    
```

При проектировании систем электроснабжения в лесной промышленности важное значение имеет правильный выбор места расположения трансформаторной подстанции предприятия или подразделения. Для этого проводят расчет координат вероятностных центров средних активных электрических нагрузок по алгоритму и формулам [1].

Последовательность расчетов [1]

1. Определение вероятностного минимума случайной активной нагрузки, кВт, j -го потребителя (объекта)

$$P_{\min j} = 2P_{cj} - P_{pj}, \quad (8)$$

где P_c — средняя активная мощность, определяемая по установленной мощности потребителей, их числу и коэффициенту использования активной мощности в соответствии с теорией электрических нагрузок [1, 2], кВт;

P_p — расчетный получасовой максимум активной нагрузки, определяемый по сумме получасового максимума активной нагрузки P_m , кВт, и средней активной мощности P_c , кВт, [1, 2].

2. Проведение промежуточных вычислений по формулам

$$\sum_{j=1}^n P_{pj} X_j T_j; \quad (9)$$

$$\sum_{j=1}^n P_{cj} X_j T_j; \quad (10)$$

$$\sum_{j=1}^n P_{\min j} X_j T_j; \quad (11)$$

$$\sum_{j=1}^n P_{p_j} Y_j T_j; \quad (12)$$

$$\sum_{j=1}^n P_{c_j} Y_j T_j; \quad (13)$$

$$\sum_{j=1}^n P_{\text{мин } j} Y_j T_j; \quad (14)$$

$$\sum_{j=1}^n P_{p_j} T_j; \quad (15)$$

$$\sum_{j=1}^n P_{c_j} T_j; \quad (16)$$

$$\sum_{j=1}^n P_{\text{мин } j} T_j; \quad (17)$$

где X_j, Y_j — координаты расположения центров средних активных нагрузок j -го потребителя, м;
 T_j — сменность работы j -го потребителя (одно-, двух- или трехсменная работа).

3. Проверка по числу потребителей.

4. Вычисление координат вероятностных центров активных нагрузок потребителей соответственно расчетных (максимальных) — м, средних — с и минимальных — мин:

$$X_m = \frac{\sum_{j=1}^n P_{p_j} X_j T_j}{\sum_{j=1}^n P_{p_j} T_j}; \quad (18)$$

$$Y_m = \frac{\sum_{j=1}^n P_{p_j} Y_j T_j}{\sum_{j=1}^n P_{p_j} T_j}; \quad (19)$$

$$X_c = \frac{\sum_{j=1}^n P_{c_j} X_j T_j}{\sum_{j=1}^n P_{c_j} T_j}; \quad (20)$$

$$Y_c = \frac{\sum_{j=1}^n P_{c_j} Y_j T_j}{\sum_{j=1}^n P_{c_j} T_j}; \quad (21)$$

$$X_{\text{мин}} = \frac{\sum_{j=1}^n P_{\text{мин } j} X_j T_j}{\sum_{j=1}^n P_{\text{мин } j} T_j}; \quad (22)$$

$$Y_{\text{мин}} = \frac{\sum_{j=1}^n P_{\text{мин } j} Y_j T_j}{\sum_{j=1}^n P_{\text{мин } j} T_j}. \quad (23)$$

5. Вычисление координат центра окружности, ограничивающей область рассеяния центров активных нагрузок j -х потребителей:

$$X_0 = \frac{X_M + X_{\min}}{2}; \quad (24)$$

$$Y_0 = \frac{Y_M + Y_{\min}}{2}. \quad (25)$$

6. Вычисление радиуса искомой окружности

$$R_0 = \frac{\sqrt{(X_M - X_{\min})^2 + (Y_M - Y_{\min})^2}}{2}. \quad (26)$$

Программа расчета координат центра электрических нагрузок составлена по формулам (8) — (26). Она имеет следующий вид.

Программа «Рациональное размещение подстанции»

```

1Ø PRINT «Рациональное размещение подстанции»
2Ø VAC
3Ø PRINT «Введите число точек»; : INPUT A
4Ø FOR I = 1 TO A
5Ø PRINT «Введите сменность работы»; : INPUT T
6Ø PRINT «Введите координату X в метрах»; : INPUT X
7Ø PRINT «Введите координату Y в метрах»; : INPUT Y
8Ø PRINT «Введите среднюю активную нагрузку Pc в кВт»; :
  : INPUT C
9Ø PRINT «Введите расчетную активную нагрузку Pp в кВт»; :
  : INPUT P
1ØØ M = 2 * C — P
11Ø E = P * X * T + E : B = C * X * T + B : D = M * X * T + D : F =
  P * Y * T + F : G = C * Y * T + G : H = M * Y * T + H
12Ø Z = P * T + Z : K = C * T + K : L = M * T + L
13Ø NEXT I
14Ø PRINT «Если допустили ошибку, то введите 2, иначе 1»; :
  : INPUT V
15Ø IF V = 2 THEN 2Ø : SET 4
16Ø N = E/Z : O = B/K : Q = D/L : R = F/Z : S = G/K : U = H/L
17Ø PRINT «Координаты центров максимальных активных нагрузок»;
18Ø PRINT «XM и YM в метрах XM = »; N, «YM = »; R
19Ø PRINT «Координаты центров средних активных нагрузок»;
2ØØ PRINT «Xc и Yc в метрах Xc = »; O, «Yc = »; S
21Ø PRINT «Координаты центров минимальных активных нагрузок»;
22Ø PRINT «Xмин и Yмин в метрах Xмин = »; Q, «Yмин = »; U
23Ø PRINT «Координаты центра окружности нагрузок X0 и Y0 в метрах»;
24Ø PRINT «X0 = »; (N + Q) / 2, «Y0 = »; (R + U) / 2
25Ø PRINT «Радиус окружности R0 в метрах R0 = »;
  SQR ((N — Q) ↑ 2 + (R — U) ↑ 2) / 2
26Ø PRINT «Для продолжения вычислений введите 3, иначе 4»;
27Ø INPUT W : IF W = 3 THEN 2Ø : END

```

Программа была проверена при решении примера, имеющего отношение к лесопромышленному предприятию.

Объект 1 (слесерная линия) с параметрами $T_1 = 1$; $X_1 = 3 \cdot 10^2$ м; $Y_1 = 8 \cdot 10^2$ м; $P_{c1} = 40$ кВт; $P_{p1} = 60$ кВт.

Объект 2 (цех стружки) с параметрами $T_2 = 1$; $X_2 = 7 \cdot 10^2$ м; $Y_2 = 7 \cdot 10^2$ м; $P_{c2} = 80$ кВт; $P_{p2} = 95$ кВт.

Объект 3 (тарный цех) с параметрами $T_3 = 1$; $X_3 = 4 \cdot 10^2$ м; $Y_3 = 2 \cdot 10^2$ м; $P_{сз} = 75$ кВт; $P_{рз} = 110$ кВт.

Объект 4 (деревообрабатывающая мастерская) с параметрами $T_4 = 1$; $X_4 = 9 \cdot 10^2$ м; $Y_4 = 3 \cdot 10^2$ м; $P_{с4} = 35$ кВт; $P_{р4} = 50$ кВт.

Получены следующие результаты расчета по программе для указанного примера: $X_m = 5,50 \cdot 10^2$ м; $Y_m = 4,80 \cdot 10^2$ м; $X_c = 5,63 \cdot 10^2$ м; $Y_c = 4,93 \cdot 10^2$ м; $X_{мин} = 5,89 \cdot 10^2$ м; $Y_{мин} = 5,20 \cdot 10^2$ м; $X_0 = 5,70 \cdot 10^2$ м; $Y_0 = 5,00 \cdot 10^2$ м; $R_0 = 0,27 \cdot 10^2$ м.

Таким образом, микрокомпьютер «Электроника МК-85» можно использовать при решении практических электротехнических задач, требующих выполнения большого объема однотипных вычислений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Алябьев В. М. Метод определения вероятностных центров электрических нагрузок лесопромышленных объектов // Лесн. журн.—1980.—№ 3.—С. 46—51.—(Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Коновалова Л. Л., Рожкова Л. Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок.—М.: Энергоатомиздат, 1989.—528 с. [3]. Сазыкин В. Г. Расчет показателей графиков электрических нагрузок с помощью программируемых микрокалькуляторов // Промышленная энергетика.—1988.—№ 3.—С. 26—28. [4]. Шапиро С. И., Бойко А. Б. Программируемые микрокалькуляторы в обучении.—М.: Радио и связь, 1989.—256 с.

Поступила 24 августа 1994 г.