

УДК 621.311.1.003.12

Т. І. ЗАВГОРОДНЯ, Р. Б. НІКОЛАЄВ

ПРОГНОЗУВАННЯ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ПОЛІГРАФІЧНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Для підприємств поліграфічної промисловості характерне багатоміністральне виробництво. Отже, нормування витрат електричної енергії та визначення її лімітів мають бути інші ніж для підприємств, які випускають однорідну продукцію. За таких

умов необ'єктивним є визначення норм питомих витрат електроенергії на найбільш енергоємну одиницю продукції.

Робота щодо виявлення коефіцієнта тривалості вмикання кожного приймача електричної енергії, згідно з введеною в дію (1969 р.) інструкцією по нормуванню витрат енергії на поліграф-підприємствах, допоможе, без сумніву, знайти найбільш енергоємні ділянки виробництва, визначити ступінь використання не лише електрообладнання, а й технологічного обладнання в цілому. Проте існує мінімальне значення витрат енергії за рік, нижче якого витрати на прилади, нормування та матеріальне стимулювання за зниження норм витрат енергії не окуповуються за нормативний (шість-сім років) час [3].

При визначенні лімітів електроенергії для поліграфічних підприємств можна використати метод Авілова—Карнаухова [1], який базується на попередньому визначенні розрахункового коефіцієнта $k_{вр}$ використання установленної потужності за формою ЦСУ-24 — енергетика (з 1974 р. — форма № 11-СН)

$$k_{вр} = \frac{W_{\kappa}}{24 P_{y. cp} t_p}, \quad (1)$$

де \bar{w}_{κ} — електроенергія, яку підприємство споживає за календарний період (рік, квартал, місяць), кВт·год; $P_{y. cp}$ — середнє значення установленної потужності за календарний період, кВт; t_p — час роботи підприємства за календарний період, діб; 24 — коефіцієнт переходу добового вимірювання часу в години. Одержаний в такий спосіб $k_{вр}$ (коефіцієнт використання установленної потужності) дещо більший від середнього фактичного, тому що кількість робочих менша числа календарних діб періоду, за яким визначається розрахунковий коефіцієнт, а підприємство споживає енергію і в неробочі дні.

На основі обчислених за декілька попередніх періодів значень $k_{вр}$ можна вивести залежність його зміни в часі і тим самим передбачити це значення на перспективу. Ліміт на електроенергію для даного підприємства на наступний період визначається як

$$W_{кр} = 24 P_{y. cp} \cdot k_{вр} \cdot t_p. \quad (2)$$

Для виявлення залежності $k_{вр} = f(t)$ у праці [1] запропоновано застосувати статистичний метод з використанням чисел Чебишева [4]. Перевага цього методу полягає в тому, що кореляційні рівняння за допомогою чисел Чебишева можна вивести при малій кількості дослідних даних і степінь рівняння підвищується поступово, а отже, процес наближення має наочний характер. Чим вищий порядок кореляційного рівняння, тим менша похибка σ_{λ} виведених зв'язків відносно дослідних даних

$$\sigma_{\lambda} = \sqrt{\frac{\Sigma \lambda}{n - (\lambda + 1)}}, \quad (3)$$

де $\Sigma \lambda$ — сума квадратів різниць між дослідними значеннями та обчисленими за кореляційним рівнянням даного порядку; n —

загальне число дослідних значень коефіцієнта $k_{вр}$; λ — порядок кореляційного рівняння.

Кореляційне рівняння достовірно відображає залежність $k_{вр}$ на відріжку часу, який охоплений дослідними точками t_1, t_k , оскільки $T_{n+1}(x)$ — поліноми Чебишева $(n+1)$ -го степеня забезпечують наближення в інтервалі зміни x від -1 до $+1$, що відповідає t_1 і t_2 [2]. Остання обставина свідчить про те, що кореляційне рів-



Рис. 1. Кореляційні залежності $k_{вр} = f(t)$, визначені за допомогою чисел Чебишева.

няння на основі чисел Чебишева не дає наближень за межами дослідних точок і не може визначити $k_{вр}$ на перспективу.

Кореляційні залежності $k_{вр} = f(t)$ для заводу [1], побудовані за допомогою чисел Чебишева [3, 4], показані на рис. 1 (1 — $k_{вр} = f(t)$, дослідні дані; 2—5 — $k_{вр} = f(t)$ побудовані за рівняннями 0, 1, 2, 3-го порядків в інтервалі п'яти попередніх років і на ближчу перспективу). Бачимо, що прогнозувати значення $k_{вр}$ на перший рік перспективи ($t=6$) не можна ні за одним кореляційним рівнянням вищого порядку.

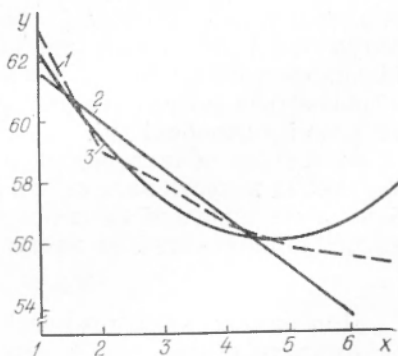


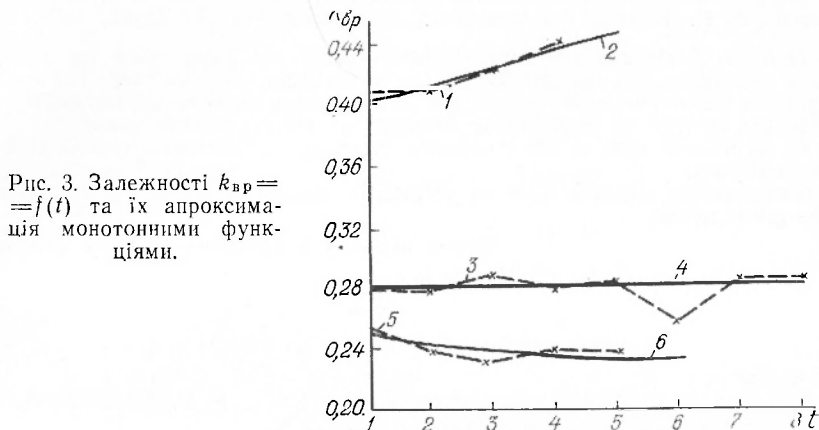
Рис. 2. Кореляційні залежності $y = f(x)$ [3], визначені за допомогою чисел Чебишева.

Найбільше наближення дає функція першого порядку (крива 3). Аналіз кореляційних рівнянь на основі чисел Чебишева для залежності $y = f(x)$ [4] показав, що при значенні $x=6$ в інтервалі $x=1 \div 9$ рівняння 3-го порядку $y = 67,1330 - 5,1366 x + 0,7768 x^2 - 0,0407 x^3$ дає основну похибку $\sigma = \sqrt{0,6159/9} = 0,3510$.

Якщо за основу взяти дослідні значення y в інтервалі $x=1 \div 5$, то кореляційні залежності $y = f(x)$ забезпечують малу похибку лише в інтервалі $x=1 \div 5$. Для $x=6, 7, 8, 9$ виведені кореляційні зв'язки дають великі розходження з дослідними даними (рис. 2, криві 2, 3).

Аналогічним методом проведено дослідження залежності коефіцієнта використання встановленої потужності протягом декількох років і на найближчу перспективу для поліграфічних підприємств.

Обстеження установлених приймачів і споживання енергії на поліграфкомбінаті та на фабриці книги дали змогу визначити коефіцієнт $k_{вр}$ за 1970—1977 рр. Середня установлена потужність на поліграфкомбінаті $P_{у.ср} = 732,24$ кВт, а на фабриці книги



$P_{у.ср} = 1238,735$ кВт. При розрахунку коефіцієнта $k_{вр}$ за рівнянням (2) кількість робочих днів у році $t_p = 259$.

Враховуючи, що кореляційні рівняння на основі чисел Чебишева дають велику розбіжність за межами дослідних значень, проведена апроксимація дослідних значень $k_{вр} = f(t)$ для фабрики книги, поліграфкомбінату та заводу комбайнів монотонними функціями (відповідно криві 1, 3, 5 на рис. 3).

Тип апроксимуючої функції вибирали апріорно, а значення коефіцієнтів у рівняннях розраховували за допомогою стандартних програм для ЕОМ. Для фабрики книги $k_{вр} = 0,393^{0,0249t}$, для поліграфкомбінату $k_{вр} = 0,280 + 4,76 \cdot 10^{-4}t$; для заводу комбайнів $k_{вр} = 0,2819(t+3)$. Цим залежностям відповідають криві 2, 4, 6 на рис. 3. На найближчий перспективний рік, згідно з рівняннями, одержимо для фабрики книги ($t=4$, 1977 р.) $k_{вр} = 0,4342$, для поліграфкомбінату ($t=8$, 1977 р.) $k_{вр} = 0,283$, для заводу комбайнів ($t=5$, 1970 р.) $k_{вр} = 0,2333$. Розрахункові ліміти на електроенергію, згідно з рівняннями (2), на ці роки становлять: для фабрики книги $W_{кр} = 3343,3$ тис. кВт·год (фактично 3372,6 тис. кВт·год), похибка — 0,92%; для поліграфкомбінату $W_{кр} = 1288,1$ тис. кВт·год (фактично 1297,2 тис. кВт·год), похибка — 0,71%; для заводу комбайнів $W_{кр} = 228\,738,9$ тис. кВт·год (фактично 232\,026,4 тис. кВт·год), похибка — 1,44%.

Отже, для поліграфічних підприємств, які випускають різно-рідну продукцію, ліміти на електроенергію на перспективний рік

рекомендується визначити за формулою (2), а коефіцієнт $k_{вр}$ розраховувати за попередньо введеною на основі дослідних даних монотонною залежністю $k_{вр} = f(t)$.

Список літератури: 1. *Авилов-Карнаухов Б. Н.* Метод нормирования и расчета электроэнергии для предприятий, выпускающих разнородную продукцию. — В кн.: Международная конференция по промышленной энергетике. Киев, 1972. 2. *Анго А.* Математика для электро- и радиоинженеров. — М.: Наука, 1965. 3. Инструкция по нормированию расходов тепловой и электрической энергии на предприятиях электротехнической промышленности. — Л., 1973. 4. *Митропольский А. К.* Техника статистических вычислений. — М.: Наука, 1971.

Methods of electric consumption standardising and prognosing for nomenclature production and for printing plants in particular are analysed. The author suggest to define the coefficient of use of the given capacity approximating its dependence in time by monotonous function for several recent years.

In accordance with it the coefficient meaning for the nearest perspective is to be found out.

Electroenergy schedule is to be defined by means of the formular, adduced in the given article.

Стаття надійшла в редколегію 29 січня 1979 року