

## Прогнозиране на денонощното електропотребление

Росица Ангелова Тодор Гичев

*Forecasting of the Electricity Consumption in a 24-hour Period: The problem of forecasting the average electricity lading in a 24-hour period is reduced to forecasting the lading at 21:00h. We apply two methods: with and without using the predicted air temperature.*

**Key words:** Forecasting, hourly consumption

### ВЪВЕДЕНИЕ

Задачата за прогнозиране на почасовото електропотребление е важен стопански проблем и поради това съществуват различни опити за решаването на различни нейни разновидности. В настоящата работа се разглежда задачата за прогнозиране за почасовото натоварване на енергийната мрежа в Република България. Тази задача се свежда до прогнозиране на натоварването в 21 часа на денонощието. За решаването и се предлагат два подхода. При единия се използва информация за стойностите на натоварването през предходните дванадесет месеца. Другият подход е построен на базата на получена по емпиричен път формула, в която се включва информация за товара и средната температура през съответния месец на предходната година и за прогнозната температура за разглеждания месец.

### 1. ПРОГНОЗИРАНЕ ПОЧАСОВОТО НАТОВАРВАНЕ ЧРЕЗ НАТОВАРВАНЕТО В 21 ЧАСА.

Да предположим, че е известен почасовият товар в среден работен ден за всеки месец от две последователни години – година  $A$  и година  $B$ . Нека тези товари са означени съответно с  $P_A(t, j)$  за първата година и с  $P_B(t, j)$  за втората година. Променливата  $t$  определя часа в денонощието и се изменя от 1 до 24, а променливата  $j$  - месеца от годината, при което  $j = 1, 2, \dots, 12$ . С  $\hat{P}_A(j)$  и  $\hat{P}_B(j)$  да означим товарите в 21 часа-  $\hat{P}_A(j) = P_A(21, j)$ ,  $\hat{P}_B(j) = P_B(21, j)$ .

Въвеждаме коефициент на относително натоварване  $\alpha(t, j)$  за първата от разглежданите години

$$\alpha(t, j) = \frac{P_A(t, j)}{\hat{P}_A(j)}.$$

Тогава, приближеният прогнозен товар  $P_{0B}(t, j)$  за година  $B$  се определя по формулата

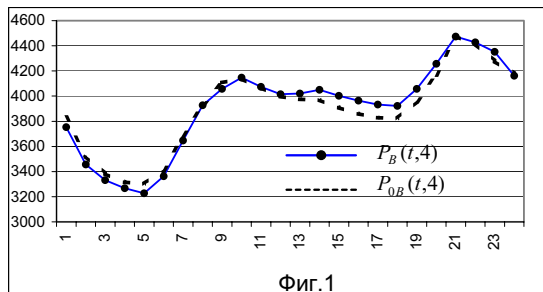
$$P_{0B}(t, j) = P_A(t, j) \frac{\hat{P}_B(j)}{\hat{P}_A(j)} = \alpha(t, j) \hat{P}_B(j). \quad (1)$$

Като пример да разгледаме товарите графици за месец април от 2005 [1] и 2006 година. За тези месеци товарите в 21 часа са съответно  $\hat{P}_A(4) = 4483$  MW,  $\hat{P}_B(4) = 4474$  MW [1]. В колоните на таблица 1 последователно са дадени стойностите на часовете  $t$ , коефициентите на относително натоварване за април 2005 година  $\alpha(t, 4)$ , както реалните  $P_B(t, 4)$  и пресметнатите по формула (1) прогнозни товари  $P_{0B}(t, 4)$  за април 2006 година. Сравнение на реалното  $P_B(t, 4)$  и пресметнатото натоварване  $P_{0B}(t, 4)$  може да се направи и чрез графиките от фиг. 1.

С помощта на коефициентите на относително натоварване  $\alpha(t, j)$  и при известно натоварване в 21 часа от товарите графици за среден понеделничен ден и среден съботен ден  $R(j)$  и  $S(j)$  през месец  $j$  чрез аналогични на (1) формули могат

да се получат приближени стойности  $R_0(t,j)$  и  $S_0(t,j)$  за товара през тези два дни от същата година.

Чрез въвеждането на отделни коефициенти за относително натоварване в среден почивен ден може да се приближава товара и в такива дни.



Фиг.1

Предложеният подход за прогнозиране на почасовия товар е построен върху предположението, че е известна прогнозата за товара в 21 часа. За неговото прогнозиране по-нататък в работата се предлагат две възможности. При едната от тях се използва информация за натоварването в 21 часа за

Таблица 1

$t$	$\alpha(t,4)$	$P_B(t,4), MW$	$P_{0B}(t,4), MW$
1	0.8566	3754	3832
2	0.7872	3456	3522
3	0.7562	3331	3383
4	0.7410	3268	3315
5	0.7383	3228	3303
6	0.7622	3363	3410
7	0.8251	3647	3691
8	0.8784	3928	3930
9	0.9179	4057	4107
10	0.9250	4147	4138
11	0.9088	4074	4066
12	0.8934	4016	3997
13	0.8885	4021	3975
14	0.8874	4051	3970
15	0.8737	4003	3909
16	0.8626	3964	3859
17	0.8557	3933	3828
18	0.8543	3921	3822
19	0.8849	4058	3959
20	0.9320	4258	4170
21	1.0000	4474	4474
22	0.9873	4428	4417
23	0.9654	4352	4279
24	0.9344	4162	4180

съответните средни дни през предходните 12 месеца. При втората възможност пресмятането на прогнозния товар в 21 часа става чрез емпирична формула, в която се взема предвид съответното натоварване през предходната година и изменението на средните месечни температури в 21 часа в град София през тези две години.

## 2. ПРОГНОЗИРАНЕ НА НАТОВАРВАНЕТО В 21 ЧАСА БЕЗ ИЗПОЛЗВАНЕ НА ТЕМПЕРАТУРНАТА ПРОГНОЗА.

Предвид смяната на часовото време през пролетта и есента, то като товар в 21 часа през месеците от октомври до март включително по-нататък се разглежда товарът в 20 часа. Нека  $j_0$  е фиксиран месец от годината,  $j_0=1, 2, \dots, 12$ . Предполага се, че са известни товарите в 21 часа за среден работен ден през предходните 12 месеца

$$\hat{P}(1), \dots, \hat{P}(j_0 - 1), \hat{P}(j_0), \hat{P}(j_0 + 1), \dots, \hat{P}(12). \quad (2)$$

При  $j_0 = 2, 3, \dots, 12$  товарите

$$\hat{P}(1), \hat{P}(2), \dots, \hat{P}(j_0 - 1)$$

са за месеците от разглежданата година и

$$\hat{P}(j_0), \hat{P}(j_0 + 1), \dots, \hat{P}(12)$$

са за месеците от предходната година, а при  $j_0=1$  всички товари от (2) са за месеците от предходната година. Стойностите от (2) по метода на най-малките квадрати се приближават с полином от четвърта степен

$$\hat{P}_0(j) = f + gj + hj^2 + kj^3 + ej^4.$$

Тогава, като търсена прогнозна стойност за натоварването в 21 часа в среден

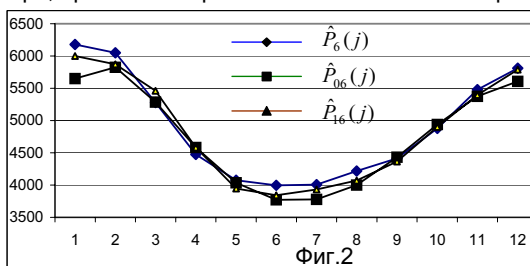
работен ден от месец  $j_0$  се приема  $\hat{P}_0(j_0)$ .

Таблица 2

$j$	$\hat{P}_5(j), MW$	$T(j), ^\circ C$	$T_1(j), ^\circ C$	$\hat{P}_{06}(j), MW$	$\hat{P}_6(j), MW$	$\hat{P}_{16}(j), MW$
1	5558	-0.2	-3.5	5651	6180	5999
2	5825	-2.5	-1.2	5824	6049	5870
3	5372	3.5	4.9	5285	5279	5460
4	4483	10.1	11	4581	4474	4583
5	3885	15	15.3	4035	4076	3947
6	3759	17.5	17.8	3773	3996	3843
7	3856	20.3	20.3	3780	4007	3933
8	3949	18.9	20.7	4001	4218	4071
9	4262	15.9	17.5	4432	4413	4365
10	4842	10	13.1	4938	4880	4901
11	5384	3.8	15.7	5376	5478	5395
12	5607	1.1	0.4	5607	5810	5790

Като пример, при зададени стойности  $\hat{P}_5(j)$ ,  $j=1, 2, \dots, 12$  за товара в 21 часа за среден работен ден в месеците на 2005 година, последователно за  $j_0=1, 2, \dots, 12$  по предложения алгоритъм са пресметнати прогнозните стойности  $\hat{P}_{06}(j_0)$  за товара в 21 часа през съответния среден работен ден на 2006 година. В таблица 2 са разположени зададените стойности  $\hat{P}_5(j)$ , прогнозният товар  $\hat{P}_{06}(j)$  и реалният товар  $\hat{P}_6(j)$ . Изменението на  $\hat{P}_{06}(j)$  и  $\hat{P}_6(j)$  може да се проследи и от графиките на фиг.2.

Предложеният алгоритъм е построен върху предположението за непрекъснато изменение на товара, при което се разчита на отсъствието на резки промени.



### 3. ПРОГНОЗИРАНЕ НА НАТОВАРВАНЕТО В 21 ЧАСА С ИЗПОЛЗВАНЕ НА ТЕМПЕРАТУРНАТА ПРОГНОЗА.

За определяне на прогнозната стойност  $\hat{P}_1(j)$  за товара в 21 часа в среден работен ден от месец  $j$  на текущата година се предлага да се използва формулата

$$\hat{P}_1(j) = \hat{P}(j) \left( 1.02 + \frac{T(j) - T_1(j)}{50} \mu(j) \right), \quad (3)$$

където  $\hat{P}(j)$  е стойността на товара в 21 часа в съответния ден на предходната година, а  $T(j)$  и  $T_1(j)$  са съответно средната месечна температура в София през месец  $j$  от предходната и текущата година. С  $\mu(j)$  е означен полиномът

$$\mu(j) = 1.41570247 - 0.55867685j + 0.0429752066j^2.$$

Като пример отново да разгледаме задачата за прогнозиране на натоварването

в 21 часа за среден работен ден от месеците през 2006 година при известни съответни натоварвания  $P(j)$  за 2005 година. Известни са и средните месечни температури  $T(j)$  в София за 2005 година. При зададени средни месечни температури  $T_1(j)$  в София за 2006 година, които се разглеждат като прогнозни, се определя прогнозното натоварване в 21 часа  $\hat{P}_1(j)$  за месеците от 2006 година по формула (3). Информацията за температурите е взета от <http://www.stringmeteo.com>.

В таблица 2 са представени пресметнатите прогнозни стойности  $\hat{P}_1(j)$  и температурите  $T(j)$ ,  $T_1(j)$ . Графиката на изменението на  $\hat{P}_1(j)$  може да се проследи на фиг.2.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Едновременното използване на предлаганите два подхода за прогнозиране на натоварването предоставя възможност за тяхното сравняване и евентуално уточняване като се вземат предвид и някои други допълнителни съображения.

### **ЛИТЕРАТУРА**

[1] Георгиев А.: Статистически данни за електропотреблението в България през 2005 година, Енергетика, бр.2-3, стр.9, 2006 г.

### **За контакти:**

Доц. д-р Росица Ангелова, катедра "Електротехника и физика", Висше транспортно училище "Т. Каблешков", Тел.: 02 9709 268, E-mail: [angelova@vtu.bg](mailto:angelova@vtu.bg)

Проф. д-р Тодор Гичев, катедра "Математика", Университет по архитектура, строителство и геодезия, Тел.: 963 52 45/620, E-mail: [tgichev@yahoo.com](mailto:tgichev@yahoo.com)

**Докладът е рецензиран.**