

П. О. Черненко¹
О. В. Мартинюк¹

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ КОРИГУВАННЯ МІСЯЧНОГО СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ЕНЕРГООБ'ЄДНАННЯ В ЗАДАЧІ СЕРЕДНЬОСТРОКОВОГО ПРОГНОЗУВАННЯ

¹Інститут електродинаміки НАН України, Київ

Розглянуто задачу уточнення результатів прогнозу споживання електроенергії енергооб'єднання на поточний місяць, виконаного за допомогою програмного комплексу середньострокового прогнозування. У результаті проведеного дослідження розроблено методику, алгоритм та розрахункову програму уточнення прогнозу місячного споживання електроенергії енергооб'єднання поточного місяця. Алгоритм враховує значення фактичного добового електроспоживання енергооб'єднання, фактичні та прогнозні значення середньодобової температури повітря, електроспоживання енергоємними підприємствами, внутрішньо місячний тренд температури та тижневу циклічність добового споживання електроенергії ОЕС України. Проведені на реальних даних енергооб'єднання України багатоваріантні розрахунки підтверджують ефективність запропонованої методики уточнення прогнозу місячного споживання електроенергії.

Ключові слова: енергооб'єднання, споживання електроенергії, середньострокове прогнозування, уточнення прогнозу, середньодобова температура.

Вступ

За середньострокового прогнозування помісячного споживання електроенергії (СЕ) особливо важливим є забезпечення максимальної точності прогнозу на поточний місяць, оскільки за очікуваним сумарним споживанням електроенергії формуються план покриття по кожній електростанції НЕК «Укренерго». Це в свою чергу визначає склад генерувального обладнання електростанцій, уточнює обсяги закупівель палива, терміни проведення поточних і профілактичних ремонтів основного обладнання. Уточнені значення місячного електроспоживання та план виробітку електроенергії по кожній електростанції передаються в ДП «Енергоринок» та НКРЕ.

Підвищення точності середньострокового прогнозування суттєво залежить від точності урахування зовнішніх факторів, таких як температура повітря, обсяг споживання електроенергії енергоємними підприємствами. Оскільки отримати достовірні прогнози температури повітря на інтервал упередження більше тижня на сьогоднішній день неможливо, то в задачах середньострокового прогнозування, як правило, використовуються її середні багаторічні значення. Останнім часом спостерігаються погодні умови із суттєвими відхиленнями метеорологічних факторів від характерних для кліматичної зони України середньобарічних значень (тепла осінь, пізня весна, спекотне літо). Це призводить до збільшення похибки середньострокового прогнозування споживання електроенергії, математичні моделі яких не враховують такі відхилення. Додатково на похибку середньострокового прогнозування місячного електроспоживання впливають також і нестабільні значення електричного навантаження енергоємних підприємств України, які залежать від кон'юнктури ринку їх продукції.

Одним із засобів підвищення точності прогнозування місячного споживання електроенергії є постійне уточнення його розрахунку з початком певного місяця. Такий підхід потенційно дозволяє враховувати не лише фактичні дані добового електроспоживання за дні, що вже минули, а також і відомі прогнози зовнішніх факторів, що впливають на СЕ. Вирішити вказану задачу можливо лише з використанням комбінації методів і алгоритмів короткострокового та середньострокового прогнозування споживання електроенергії.

Матеріали дослідження

Розроблена методика і алгоритм уточнення прогнозу ґрунтується на математичній моделі та методі середньострокового прогнозування місячного СЕ енергооб'єднання на інтервал упередження від одного місяця до двох років [1]. Для вирішення задачі уточнення прогнозу місячного СЕ використовується така інформація:

- прогнозне значення місячного СЕ, отримане в результаті середньострокового прогнозування;
- прогнозне значення середньомісячної температури повітря, задане користувачем під час се-

редньострокового прогнозування;

- значення добового СЕ за минулий період місяця;
- фактичні значення середньодобової температури повітря за минулий період місяця;
- прогнозні значення середньодобової температури повітря цього місяця;
- середньобагаторічні значення середньодобової температури повітря на поточний місяць;
- фактичні значення добового споживання електроенергії енергоємними підприємствами за період передісторії, що використовувалась.

Алгоритм уточнення прогнозу місячного споживання електроенергії ОЕС України складається з таких етапів [2]:

1. Обчислення прогнозного значення місячного СЕ за заданим значенням середньомісячної температури повітря (середньостроковий прогноз);
2. Розкладання заданого користувачем значення середньомісячної температури повітря на значення середньодобової температури для кожної доби поточного місяця із використанням середньобагаторічних (СБР) значень середньодобової температури;
3. Розкладання прогнозу місячного СЕ на подовове споживання електроенергії на основі розрахункових значень середньодобової температури та типу доби (робочий день, суботній, недільний чи святковий);
4. Коригування значень середньодобової температури повітря за період місяця, що залишився, за даними метеорологічного прогнозу;
5. Обчислення значень добового СЕ за скоректованими даними середньодобової температури повітря;
6. Обчислення уточненого значення місячного СЕ шляхом підсумовування фактичних значень добового СЕ за минулий період місяця і прогнозних значень добового СЕ за період місяця, що залишився.

Прогноз місячного СЕ ОЕС додатково уточнюється за рахунок аналізу та прогнозування СЕ енергоємними підприємствами на поточний місяць [2].

На основі описаної методики розроблено програму уточнення попередньо виконаного прогнозу споживання електроенергії ОЕС України за поточний місяць, блок-схему якої наведено на рис. 1.

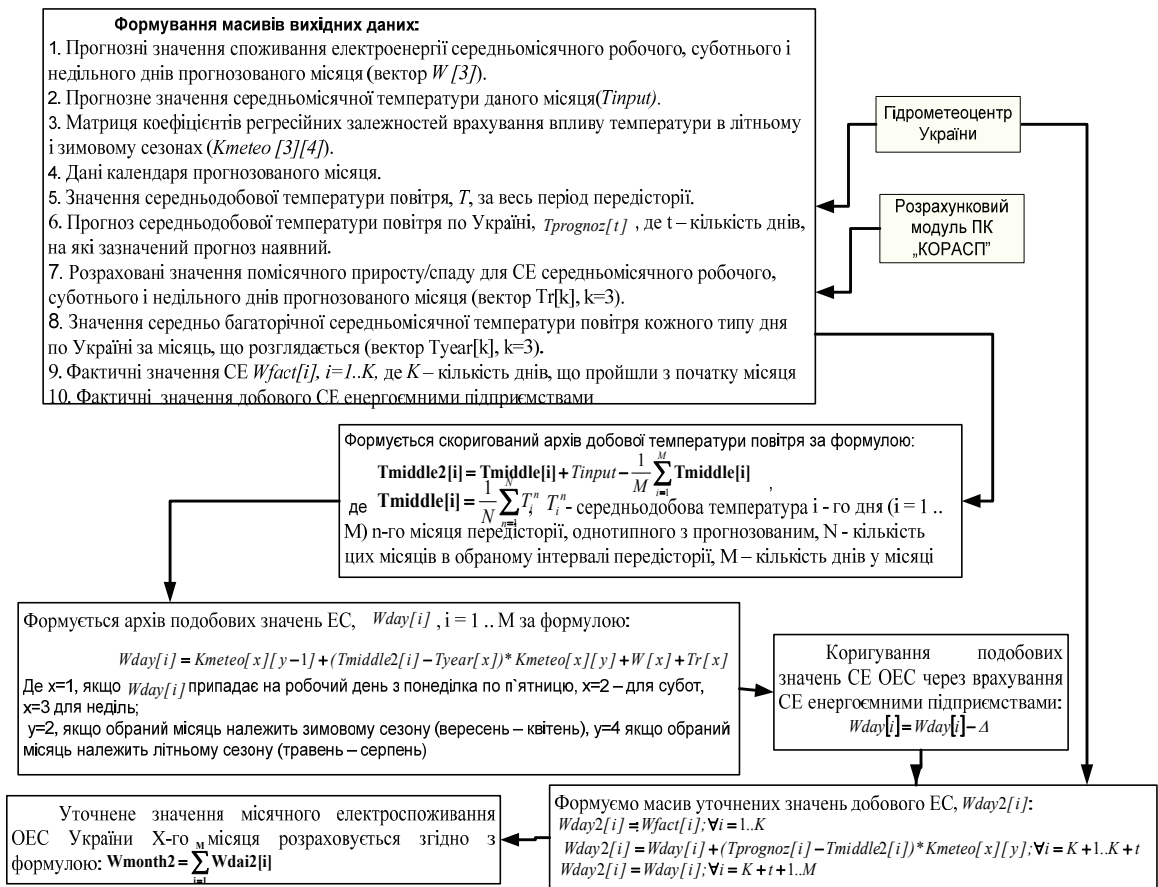


Рис. 1. Блок-схема алгоритму уточнення прогнозу місячного електроспоживання енергосистеми

Програму інтегровано в програмний комплекс «КОРАСП», який призначено для вирішення задач аналізу та середньострокового прогнозування споживання електричної енергії та потужності енергооб'єднання України з інтервалом упередження від одного місяця до двох років.

Проілюструємо ефективність застосування методики уточнення попередньо виконаних прогнозів місячного споживання електроенергії ОЕС України на конкретних прикладах. На рис. 2 наведено графіки фактичних та прогнозних значення місячного СЕ ОЕС України за 2012 рік.

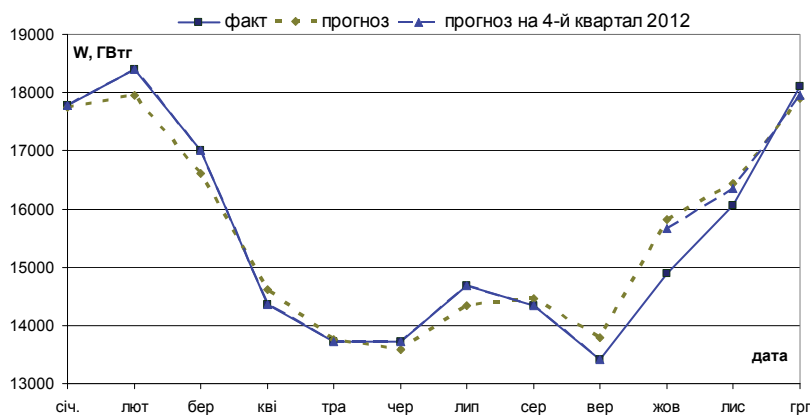


Рис. 2. Фактичне та прогнозне значення місячного споживання електроенергії ОЕС України за 2012 р.

Відповідно до рисунка, найбільша похибка прогнозування спостерігалася в жовтні 2012 року, на 928 ГВтг (6,23 %) перевищуючи фактичне споживання електроенергії, що становило 14888 ГВтг. Зазначена похибка зумовлена, в першу чергу, аномально теплим жовтнем вказаного року із середньомісячною температурою повітря 11,5 °С, що майже на 2°С перевищує середню багаторічну норму. На величину похибки прогнозування СЕ також впливає і недосконалість математичної моделі. Зокрема, внаслідок відсутності прогнозної інформації про технологічні фактори (режими роботи енергоємних підприємств), зі зростанням інтервалу упередження, як правило, зростає похибка базової та трендової компонент математичної моделі СЕ. Зі зменшенням інтервалу упередження (прогнозуванні на 4-й квартал 2012 року, див. відповідний графік на рис. 2) прогнозне значення місячного споживання електроенергії за жовтень становило 15661 ГВтг, що призвело до зниження похибки до 5,2 %.

Розглянемо приклад, коли уточнення значення місячного СЕ проводиться 15 жовтня і задамо в якості прогнозних реальні значення середньодобової температури повітря. На рис. 3 наведені графіки добових значень температури повітря (фактичної, прогнозної та розрахункової), усередненої по території України, за жовтень 2012 року.

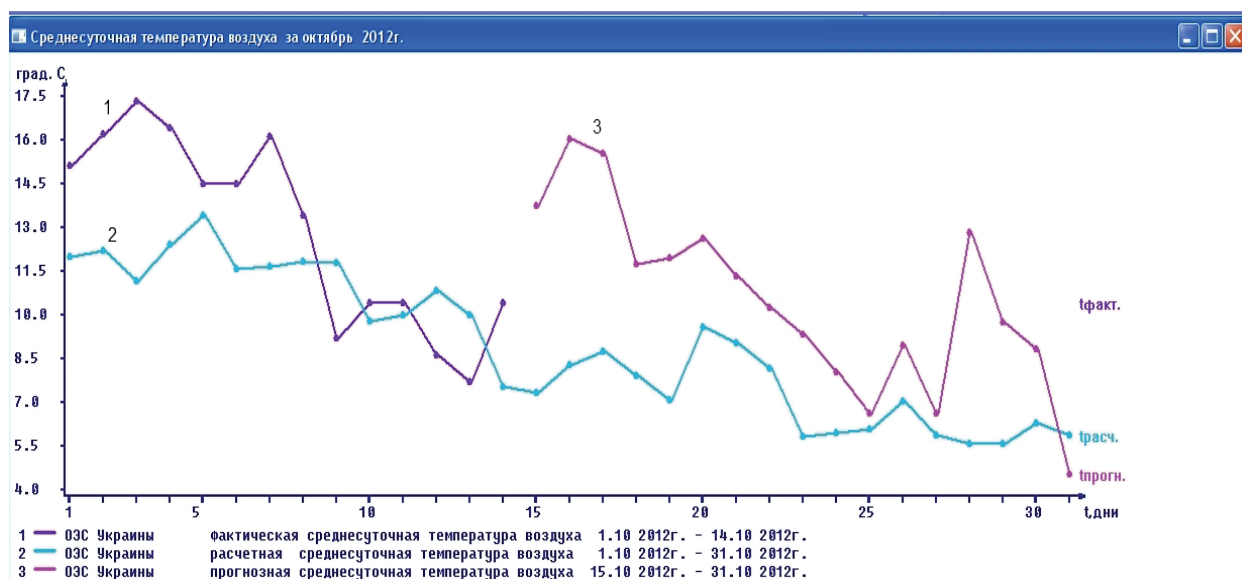


Рис. 3. Графіки середньодобової температури повітря по Україні:

1 — фактична температура за період з 1.10 2012 р. по 14.10 2012 р.; 2 — розрахункова температура за період з 1.10 2012 р. по 31.10 2012 р.; 3 — прогнозна температура на період з 15.10 2012 р. по 31.10 2012 р.

Дата, день недели	Среднесуточная температура			Суточное ЭП (ГВтч)	
	средне-много-летняя	трасч. [выч. по тсп-мес]	2012г. факт и прогноз	ЭП, вычисленное по трасч.	факт и уточн. прогноз
Прошедший период месяца					
1.10, пн	12.0	12.0	15.1	501.9	449.2
2.10, вт	12.1	12.2	16.2	501.0	454.3
3.10, ср	11.1	11.2	17.3	506.3	453.3
4.10, чт	12.3	12.4	16.4	500.0	456.2
5.10, пт	13.3	13.4	14.5	494.8	458.9
6.10, сб	11.5	11.6	14.5	483.7	435.7
7.10, вс	11.6	11.6	16.1	473.7	420.4
8.10, пн	11.8	11.8	13.4	502.9	457.1
9.10, вт	11.7	11.8	9.2	503.1	462.8
10.10, ср	9.7	9.8	10.4	513.4	469.9
11.10, чт	10.0	10.0	10.4	512.2	481.1
12.10, пт	10.8	10.8	8.6	508.1	488.3
13.10, сб	10.0	10.0	7.7	489.7	476.3
14.10, вс	7.5	7.5	10.4	486.8	462.0
Прогнозируемый период месяца					
15.10, пн	7.3	7.3	13.6	526.1	493.7
16.10, вт	8.2	8.3	15.9	521.0	481.9
17.10, ср	8.7	8.7	15.4	518.7	484.5
18.10, чт	7.9	7.9	11.6	523.0	504.0
19.10, пт	7.0	7.1	11.8	527.3	503.0
20.10, сб	9.5	9.6	12.5	491.4	480.2
21.10, вс	9.0	9.0	11.2	482.1	475.1
22.10, пн	8.1	8.1	10.1	521.8	511.7
23.10, вт	5.8	5.8	9.2	533.8	516.3
24.10, ср	5.9	5.9	7.9	533.2	523.0
25.10, чт	6.0	6.1	6.5	532.3	530.2
26.10, пт	7.0	7.0	8.8	527.4	518.4
27.10, сб	5.8	5.9	6.5	505.5	503.0
28.10, вс	5.5	5.6	12.7	493.1	470.4
29.10, пн	5.5	5.6	9.6	534.9	514.3
30.10, вт	6.2	6.3	8.7	531.4	518.9
31.10, ср	5.8	5.8	4.4	533.6	541.0
Результат за месяц	Среднее за месяц			Сумма за месяц	
	8.9	8.9	11.5	15814.1	14994.8

Рис. 4. Приклад табличної форми результату уточнення місячного споживання електроенергії ОЕС України за жовтень 2012 р

Уточнені значення добового СЕ W_{day2} на кожен добу періоду, що залишився до кінця місяця, згідно з алгоритмом (рис. 1) обчислюються з використанням коефіцієнтів регресійної залежності впливу середньодобової температури повітря на добове СЕ, які залежать від сезону року та типу доби тижня. Метод розрахунку коефіцієнта регресійної залежності K^{meteo} описаний у статті [1]. Розрахунок значення уточненого місячного споживання електроенергії проводиться шляхом підсумовування значень реального добового СЕ за минулий період місяця і прогнозних значень добового СЕ за період місяця, що залишився. Результати розрахунку програми уточнення виводяться у відповідному вікні в табличній і графічній формах (рис. 4).

З рис. 4 випливає, уточнений прогноз місячного СЕ на жовтень 2012 року становить 14994,8 ГВтг. Похибка уточненого прогнозу, таким чином, не перевищує 107 ГВтг (0,7 %). Слід зазначити, що наведені показники точності досягаються за умови використання фактичних значень середньодобової температури повітря у якості прогнозних на всьому інтервалі коригування (в цьому випадку — 17 днів).

Програма уточнення місячного споживання електроенергії впроваджена в промислову експлуатацію в НЕК «Укренерго». Проведені чисельні розрахунки на реальних даних енергооб'єднання України підтверджують ефективність запропонованої методики уточнення прогнозу споживання електроенергії поточного місяця.

Висновки

Оскільки для середньострокового прогнозування споживання електроенергії використовуються середні багаторічні показники метеорологічних факторів, необхідно періодично проводити коригування прогнозного значення СЕ поточного місяця.

Розроблено методику уточнення прогнозу місячного споживання електроенергії енергооб'єднання, що враховує значення фактичного добового СЕ ОЕС, фактичні та прогнозні значення середньодобової температури повітря, електроспоживання енергоємними підприємствами, внутрішньомісячний тренд температури та тижневу циклічність добового споживання електроенергії ОЕС України.

Апробація програми на реальних даних об'єднаної електроенергетичної системи України показала, що розроблена методика уточнення дозволяє суттєво підвищити точність прогнозування споживання електроенергії поточного місяця.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Повышение эффективности планирования режимов энергообъединения с использованием комплекса среднесрочного прогнозирования / [П. А. Черненко, А. В. Мартынюк, А. И. Заславский, К. Б. Денисевич] // Электрические сети и системы. — 2009. — № 5 — С. 21—35.
2. Черненко П. О. Уточнення прогнозу місячного електроспоживання енергооб'єднання / П. О. Черненко, О. В. Мартинюк // Технічна електродинаміка. — 2010. — № 1 — С. 67—72.
3. Черненко П. О. Середньострокове дворівневе прогнозування електричного споживання енергооб'єднання / П. О. Черненко, О. В. Мартинюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2008. — №. 6. — С. 77—81.

Рекомендована кафедрою електричних станцій і систем ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 29.01.2014

Черненко Павло Олексійович — д-р. техн. наук, професор, провідний науковий співробітник, e-mail: cher@ied.org.ua, **Мартинюк Олександр Васильович** — канд. техн. наук, старший науковий співробітник, e-mail: samark@ukr.net.

Відділ моделювання електроенергетичних об'єктів і систем, Інститут електродинаміки НАН України, Київ

P. O. Chernenko¹
O. V. Martyniuk¹

INCREASING THE ACCURACY OF CORRECTIONS MONTHLY CONSUMPTION OF ELECTRICITY OF POWER SYSTEM IN THE MEDIUM-TERM FORECASTING

¹Institute of Electrodynamics of НАН of Ukraine, Kyiv

The paper considers the problem of refinement of forecast the electricity consumption of power system for the current month, executed through a program set the medium-term forecasting. A methodology, an algorithm and program for specification forecast electricity consumption is developed. The algorithm takes into account the value of the actual daily electrical power system, actual and predicted values of the average daily air temperature, power consumption of energy-intensive enterprises, intermonth temperature trend and weekly cycles of daily electricity consumption of the Ukrainian power system. Conducted on real data of Ukrainian power systems multiple calculations confirm the effectiveness of the proposed method of refinement of the forecast electricity consumption.

Keywords: power system, energy consumption, medium-term forecasting, accurate forecast, the average daily temperature.

Chernenko Pavlo O. — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Leading Research Worker, e-mail: cher@ied.org.ua, **Martyniuk Oleksandr V.** — Cand. Sc. (Eng.), Senior Research Fellow, e-mail: samark@ukr.net.

Department of Modeling of Power Objects and Systems

П. А. Черненко¹
А. В. Мартынюк¹

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ КОРРЕКТИРОВКИ МЕСЯЧНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ЭНЕРГООБЪЕДИНЕНИЯ В ЗАДАЧЕ СРЕДНЕСРОЧНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

¹Институт электродинамики НАН Украины, Киев

Рассмотрена задача уточнения результатов прогноза потребления электроэнергии энергообъединения на текущий месяц, выполненного с помощью программного комплекса среднесрочного прогнозирования. В результате проведенного исследования разработана методика, алгоритм и расчетная программа уточнения прогноза потребления электроэнергии энергообъединения текущего месяца. Алгоритм учитывает значение фактического суточного электропотребления энергообъединения, фактические и прогнозные значения среднесуточной температуры воздуха, электропотребление энергоемкими предприятиями, внутримесячный тренд температуры и недельную цикличность суточного потребления электроэнергии ОЭС Украины. Проведенные на реальных данных энергообъединения Украины многовариантные расчеты подтверждают эффективность предложенной методики уточнения прогноза потребления электроэнергии.

Ключевые слова: энергообъединение, потребление электроэнергии, среднесрочное прогнозирование, уточнение прогноза, среднесуточная температура.

Черненко Павел Алексеевич — д-р. тех. наук, профессор, ведущий научный сотрудник, e-mail: cher@ied.org.ua, **Мартынюк Александр Васильевич** — канд. тех. наук, старший научный сотрудник, e-mail: samark@ukr.net.

Отдел моделирования электроэнергетических объектов и систем