



**Українська Федерація Інформатики**  
**Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України**  
**Вищий навчальний заклад Укоопспілки**  
**«ПОЛТАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ»**  
**(ПУЕТ)**

# **ІНФОРМАТИКА ТА СИСТЕМНІ НАУКИ (ІСН-2015)**

**МАТЕРІАЛИ  
VI ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ  
КОНФЕРЕНЦІЇ ЗА МІЖНАРОДНОЮ УЧАСТЮ**

**(м. Полтава, 19-21 березня 2015 року)**

За редакцією професора О. О. Ємця

**Полтава  
ПУЕТ  
2015**

## СИСТЕМА МАНЕВР-NEW ДЛЯ ЗНАХОДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ЗАВАНТАЖЕННЯ ЕНЕРГОБЛОКІВ

*О. В. Фесюк, аспірант*

*Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова, НАН України  
sasha.fesyuk@gmail.com*

Веб-орієнтована система Маневр-New призначена для знаходження оптимального навантаження енергоблоків теплових електростанцій для виконання планового графіка навантаження енергосистеми на плановий період. В її основу покладено прототип інформаційно-аналітичної системи Маневр [1], який доповнено задачами лінійного булевого програмування для знаходження оптимального завантаження енергоблоків на плановий період та функціями зв'язку з програмами розв'язання оптимізаційних задач обчислювального сервера NEOS [2]. Система Маневр-New розроблена на базі CMS Joomla [3] за допомогою мови програмування PHP і MySQL.

Система Маневр-New підтримує наступні функції: збір, збереження та редагування даних про енергоблоки і плановий графік навантаження енергосистеми; швидкий вибір енергоблоків, які необхідно використати в задачі оптимізації; формування коду на мові моделювання AMPL відповідно до вибраної математичної моделі та його відправка на розв'язання до обчислювального сервера NEOS; отримання результату оптимізації та автоматичного виділення з нього значень навантажень енергоблоків; формування таблиці навантажень енергоблоків та звіту по зробленим діям; запис звіту в таблицю «Звіт» для подальшого їх перегляду та аналізу даних із результатами розрахунків.

Маневр-New підтримує роботу з декількома математичними моделями, на основі яких генерується AMPL-код для програм розв'язання задач математичного програмування. Це такі математичні моделі: математична модель з відключенням енергоблоків [4], яка може містити екологічні обмеження; математична модель із обмеженнями на сумарну кількість зміни потужності енергоблоку при переході з режиму в режим; математична мо-

дель із поділом енергоблоків на дві множини, де одна множина включає енергоблоки, які постійно працюють, а інша – енергоблоки, які можуть вмикатися/вимикатися протягом доби.

Нижче розглянемо математичну модель з відключенням енергоблоків, для якої кількість енергоблоків дорівнює 100, а плановий період розрахований на погодинне добове навантаження енергосистеми та включає 24 години.

Нехай  $N = 1, 2, \dots, 100$  – множина енергоблоків ТЕС; для енергоблоку  $i \in N$  задані:  $p_i^{low}$  і  $p_i^{up}$  – нижня і верхня межа допустимого навантаження;  $c_i$  – витрати умовного палива на вироблення одиниці електричного навантаження;  $O_i^{low}$  та  $O_i^{up}$  – допустимі діапазони кількості годин роботи енергоблоку  $i \in N$  протягом доби. Нехай  $T = 1, 2, \dots, 24$ , а  $E_t$  – електричне навантаження енергосистеми на годину  $t \in T$ . Позначимо:  $x_{it}$  – невідоме навантаження енергоблоку  $i \in N$  на годину  $t \in T$ ,  $y_{it}$  – булева змінна, яка дорівнює нулю, якщо для  $t \in T$  енергоблок  $i \in N$  вимкнутий, і дорівнює одиниці – коли увімкнутий.

Математична модель представлена у вигляді задачі лінійного булевого програмування:

$$f_{opt} = \min \sum_{i \in N} \sum_{t \in T} c_i x_{it} \quad (1)$$

при обмеженнях

$$\sum_{i \in N} x_{it} = E_t, \quad t \in T, \quad (2)$$

$$O_i^{low} \leq \sum_{t \in T} y_{it} \leq O_i^{up}, \quad i \in N, \quad (3)$$

$$p_i^{low} y_{it} \leq x_{it} \leq p_i^{up} y_{it}, \quad y_{it} = 0, 1, \quad i \in N, \quad t \in T. \quad (4)$$

Цільова функція (1) задає мінімум сумарних витрат палива на вироблення електроенергії. Обмеження (2) гарантують виконання плану по генерації електричної енергії на кожну годину доби. Обмеження (3) означають, що кожен енергоблок  $i \in N$  повинен працювати не менше, ніж  $O_i^{low}$  годин, і не більше, ніж  $O_i^{up}$  годин за добу. Обмеження (4) означає, що електричне навантаження  $x_{it}$  для увімкнутого енергоблоку  $i \in N$  на годину  $t \in T$  вибира-

ється з діапазону  $[p_i^{low}, p_i^{up}]$ .

Задача (1)–(4) вирішувалась за допомогою оптимізаційних програм Cbc, MINTO та XpressMP із обчислювального сервера NEOS. Генерація електроенергії відповідала погодинному плановому графіку навантаження енергосистеми на 15 жовтня 2014 року. Кількість змінних у задачі дорівнювала 4800, із них 2400 – неперервні змінні, а 2400 – булеві змінні. На розв’язок задачі програма XpressMP витратила 0.43 секунди, програма Cbc – 1.65 секунди, а програма MINTO – 5.33 секунди. Усі вказані програми можна використовувати для оперативного пошуку нового планового завантаження при дисбалансі енергосистеми згідно моделі (1)–(4).

В доповіді наведено короткий опис системи Маневр-New для знаходження оптимального навантаження енергоблоків теплових електростанцій на плановий період, опис задачі лінійного булевого програмування та результатів її розв’язання для 4800 змінних за допомогою трьох програм NEOS-солвера.

Робота виконана при підтримці стипендіального фонду Президента України для молодих учених.

### *Література*

1. Стецюк П.И. Математические и программные средства моделирования и оптимизации динамической загрузки мощностей энергосистемы / П.И. Стецюк, А.П. Лиховид, Б.М. Чумаков, А.Ю. Видил, А.В. Пилиповский // Отчет о научно-исследовательской работе № гос. Регистрации 0107U004963. – К.: Ін-т кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, 2009. – 136 с. (<http://www.icyb.kiev.ua/file/d120-energy/Ot2009-2mb.pdf>)
2. Обчислювальний сервер NEOS [Електронний ресурс]: <http://www.neos-server.org>. – Режим доступу: вільний.
3. CMS Joomla – [Електронний ресурс]: <http://www.joomla.org/>, – Режим доступу: вільний.
4. Лиховид О.П. Оптимальне завантаження енергосистеми з відключенням енергоблоків / О.П. Лиховид, О.В. Фесюк, А.В. Івлічев // Теорія оптимальних рішень. – К.: Ін-т кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України. – 2013. – С. 102 – 107.