



## ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ВИТРАТ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ ПОЛІГРАФІЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ

*Тевяшев А.Д., проф., каф. ПМ, ХНУРЕ*  
*Ткаченко В.П., проф., каф. МСТ, ХНУРЕ*  
*Сізова Н.Д., проф., ХНУБА*  
*Костарєв Д.Б., к.т.н, ООО «Флексис»*

Ефективність функціонування поліграфічного підприємства прямо залежить від наявних у нього ресурсів, насамперед, енергоносіїв – газу, води, електроенергії тощо, що впливає на експлуатаційні і амортизаційні характеристики устаткування, частоту його відновлення й модернізації, якість продукції тощо. Тому задача моніторингу витрат енергоресурсів підприємства стає надзвичайно актуальною [1]. Система контролю і обліку роботи устаткування й прогнозування витрат ресурсів є винятково важливим етапом для забезпечення працездатності, проведення своєчасного технічного обслуговування, відстеження режимів працездатності устаткування, прийняття управлінських рішень тощо [2].

Проблема прогнозування витрат ресурсів полягає в тому, що необхідно врахувати велику кількість факторів, що мають вплив на процеси енергоспоживання. Насамперед дуже важливим є підтримання стабільної та оптимальної температури та вологості в цеху, де виготовляється поліграфічна продукція, а також на складах, де зберігається як готова продукція, так і витратні матеріали (фарби, лаки, пластини, картон, папір тощо). Недотримання стабільної температури у виробничих приміщеннях призводить до виходу з ладу обладнання, відхилення від вимог виробничого процесу, збільшується кількість витратних матеріалів, що використовуються для виготовлення тиражу. Недотримання цих вимог на складах може привести до псування як готової продукції, так і витратних матеріалів, що призведе до збитків компанії.

Але як спрогнозувати, яку кількість енергоресурсів треба використати та замовити попередньо у постачальника (а також спрогнозувати свій бюджет) для підтримання цієї оптимальної температури та вологості? І як адекватно прогнозувати температуру, вологість, витрати енергоресурсів, час напрацювання обладнання та контроль технічного обслуговування?

Саме для обліку й контролю роботи устаткування, контролю вологості та температури й витрат енергетичних ресурсів поліграфічного підприємства пропонується розроблена автоматизована система обліку «Екофлекс» (ІАСМЕП «Екофлекс»). Ця програмно-апаратно система вирішує задачі моніторингу витрати енергоресурсів, здійснює автоматизований дистанційний збір, обробку та аналіз результатів обліку роботи устаткування й контролю споживання енергоресурсів на підприємстві, а також дозволяє прогнозувати витрати ресурсів на наступні періоди [3, 4].

ІАСМЕП забезпечує об'єднання всіх лічильників ресурсів підприємства в загальну цифрову мережу для централізованого збору й обробки даних. За



допомогою хмарного веб-інтерфейсу й мобільного інтерфейсу забезпечується можливість контролювати енерговитрати підприємства – потрібно мати підключення до Інтернету й бути зареєстрованим користувачем у системі з відповідним правом доступу до архіву даних про витрати ресурсів на підприємстві з різним ступенем деталізації.

Дані із всіх датчиків збираються в єдиному сховищі – у базі даних, що встановлена на сервері. Для збору даних використовуються спеціальні пристрої підрахунку імпульсів. Система цілодобово збирає й обробляє дані. Сервер виконує функцію оповіщення при перевищенні миттєвої витрати того або іншого ресурсу, чи температури або вологості над установленим лімітом.

Для функціонування модулю прогнозування (ІАСМЕП «Екофлекс») використовується розроблена математична модель [5], що описує реальні процеси споживання енергоресурсів підприємства, дозволяє встановити прогноз обсягів споживання на підставі даних, зібраних за попередні періоди. Модель враховує дані про зміну зовнішніх факторів (виробничих параметрів, температури й вологості в приміщеннях підприємства, у зовнішній середовищі та ін.).

Програмний модуль моделювання процесу прогнозування реалізує чисельні моделі Холта, Брауна, адитивну, авторегресії, регресійну модель і аналізує одержані результати.

Основою для складання прогнозової моделі є ретроспективні дані, накопичені за декілька попередніх періодів.

На рис. 1 представлені одержані графічні результати прогнозування для однієї з вибірок. Аналіз результатів дає можливість для прогнозування обрати модель за мінімальними середніми помилками апроксимації (модель Холта) або визначити оптимістичний і песимістичний прогноз (регресійна модель).

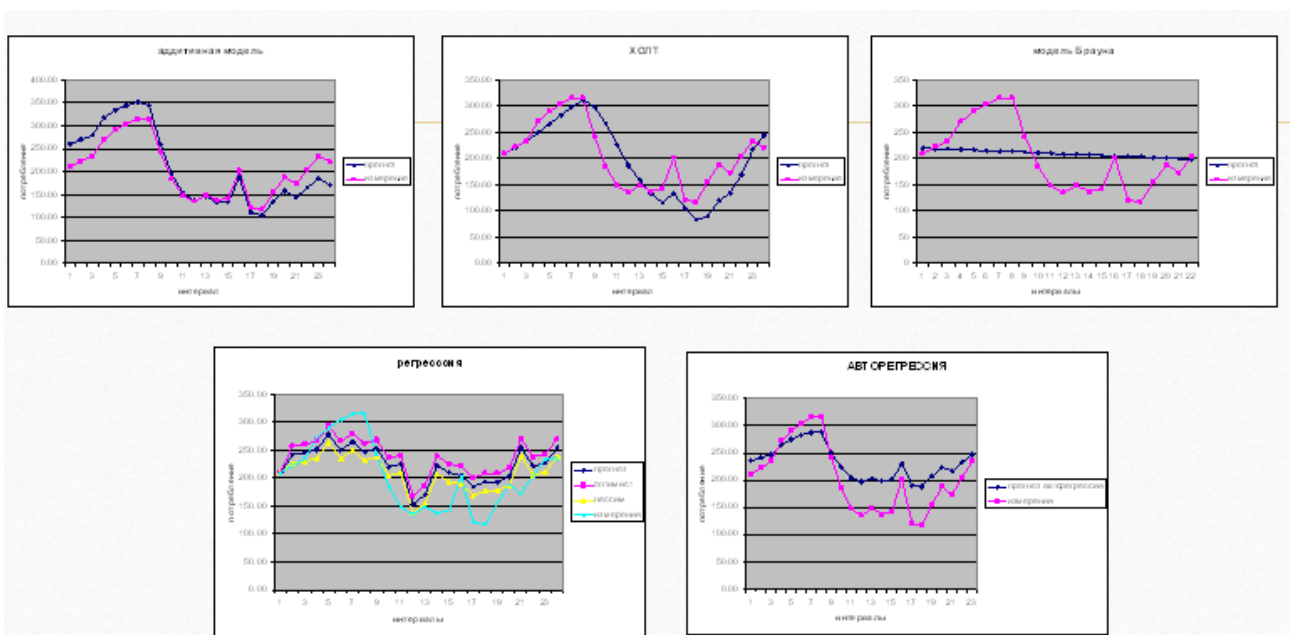


Рисунок 1 – Графіки дослідження процесу прогнозування для однієї з вибірок



Порівняння отриманих чисельних результатів для розглянутої вибірки дозволяє зробити наступні висновки:

- мінімальні середні помилки апроксимації в моделі Холта й регресійного прогнозу;
- величина стандартного відхилення мінімальна в регресійній й авторегресійній моделях;
- величина витрат для адитивної моделі й моделі Холта близька до максимальної (сума) по вибірці;
- на графіках для моделей адитивної, Холта й авторегресії є якісний збіг значень витрат енергоносія для вибірки;
- графік регресійної моделі дає можливість визначити як оптимістичний, так і песимістичний прогноз, і, відповідно, довірчий інтервал для витрат в початкових значеннях інтервалу вибірки;
- графік моделі Брауна показує тенденцію розвитку процесу прогнозування.

Одержані результати дають можливість зробити висновок, що використання модулю прогнозування ІАСМЕП «Екофлекс» (із розрахунками за регресивною моделлю) з метою розрахунку можливих витрат ресурсів на підтримання стабільної температури у виробничих та складських приміщеннях є ефективним та може бути застосованим на поліграфічних підприємствах із метою як підтримки забезпечення функціонування обладнання і контролю вологості і температури (що впливає на швидкість та якість виготовлення продукції), так і дозволяє прогнозувати витрати енергоресурсів на наступні періоди. Такі можливості модулю прогнозування можуть позитивно впливати на фінансові показники функціонування поліграфічного підприємства.

#### Список літератури

1. Об одной стратегии оптимизации режимов работы газотранспортных систем / А.Д. Тевяшев, О.А. Тевяшева, В.С. Смирнова, В.А. Фролов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2010. Т. 4, № 3 (46). С. 48-52. URL: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/2948/2751>.
2. Информационно-аналитическая система прогнозирования процессов потребления природного газа в газотранспортной системе Украины / А.Д. Тевяшев, Е.Н. Выходцев, В.Н. Щелкалин, Ю.В. Игнатова // Радиоэлектроника и информатика. 2011. № 3 (54). С. 92-98.
3. Сизова Н.Д., Неежмаков П.И., Костарев Д.Б. Построение модели и синтез интеллектуальных измерительных систем // Украинский метрологический журнал. 2004. № 12. С. 81-89.
4. Ecoflex. URL: <https://flexsys.com.ua/o-nas/>.
5. Teviashev A.D., Tkachenko V.F., Sizova N.D., Kostarev D.B. Information and analytical system for monitoring the energy resources of the enterprise // ICT-2020, присвяченої 90-річчю Харківського національного університету радіоелектроніки: збірник праць 9-ї Міжнародної науково-технічної конференції (18-20.11.2020 р.).