

УДК 519.2 + 681.3

ПРО «ОДНОЧАСНУ» РЕГРЕСІЙНУ МОДЕЛЬ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ В ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

С.М. Краснитський, доктор фіз.-мат. наук, професор
Київський національний університет технологій та дизайну

В.М. Бобровник, кандидат технічних наук
Київський національний університет технологій та дизайну

Ключові слова: моделі електроспоживання, енергоменеджмент, будівлі вищого навчального закладу, управління електроспоживанням, регресійний аналіз, категорії даних і «фіктивні» змінні.

Питання підвищення енергоефективності та раціонального споживання енергоносіїв у закладах вищої освіти (ЗВО) займають важливе місце в комплексі задач раціонального управління функціонуванням ЗВО. Одним із шляхів вирішення відповідних задач є створення нових управлінських моделей для оптимального споживання енергоносіїв та прогнозування видатків з метою забезпечення конкурентоспроможності освітніх закладів. З цього приводу в даній роботі наведено деякі результати щодо побудови математичних моделей кількісних аспектів процесу електроспоживання у навчальних корпусах ЗВО.

В даній роботі математичні моделі споживання електроенергії є варіантами регресійних залежностей типу $y = f(N, z, t, \varphi) + \varepsilon$, де ε — випадкова складова, а функція регресії $f = f(N, z, t, \varphi)$ задовольняє рівності

$$f = \beta_0 + \beta_1 N + \beta_2 z + \beta_3 t + \beta_4 \varphi, \quad (1)$$

в якій β_0, \dots, β_4 — сталі коефіцієнти, а оцінки функцій регресії, які позначаються далі $e (e = e(N, z, t, \varphi))$ мають вигляд, відповідно,

$$e = b_0 + b_1 N + b_2 z + b_3 t + b_4 \varphi.$$

Тут залежна змінна y — середня величина добового електроспоживання в кВт×год за один календарний місяць для конкретної будівлі, N, z, t, φ — пояснюючі змінні (регресори), серед яких N — номер календарного місяця ($1 \leq N \leq 12$); $z = z(i), t = t(i), \varphi = \varphi(N, i), i = 1, \dots, n$ — відповідно, рівень завантаженості аудиторного фонду (в процентах), середня добова температура в i -му від початку спостережень місяці в градусах за Цельсієм), «фіктивна змінна» [1,4], котра приймає лише два значення: 0 та 1 і залежить від календарного місяця N і певних характеристик навчального процесу, притаманних даному місяцю (в даному учбовому році), n — загальна кількість місяців спостережень, b_j — оцінки коефіцієнтів регресії β_j . Наприклад, варіанти значущих моделей для двох корпусів КНУТД (№№1,4) мають вигляд

$$y = y(t, \varphi) = 3873,910 - 90,680t - 514,833\varphi \quad (2)$$

$$e = e(t, N, \varphi) = 788,576 - 12,332t + 23,817N - 153,315\varphi \quad (3)$$

(інші змінні у моделях, що включають в якості регресорів t і φ , ввійшли незначущим чином). Тут змінна φ (показник зниженої інтенсивності аудиторних занять дорівнювала 1 при $N = 1,7,8,12$ (січень, липень, серпень, грудень)). При побудові вказаних моделей використовувалися статистичні дані служби енергоменеджменту КНУТД з вересня 2014 по вересень 2016 років,

Коефіцієнти моделей (2) і (3) для зазначених двох корпусів досить суттєво відрізняються, хоча побудовані вони з застосуванням одних і тих же даних. (Ми не вважаємо таку обставину дивною, оскільки зазначені корпуси відрізняються між собою як призначенням, що накладає, наприклад, відбиток на роль фіктивної змінної φ , так і структурними особливостями).

Зауважимо, що серед розглянутих моделей лінійного регресійного типу найбільш стабільно підтвердила свою значимість фіктивна змінна φ , хоча конкретні її коефіцієнти варіювалися у досить широких межах.

Наприклад, серед досліджених об'єктів (корпус №5) був і такий, для якого більш доцільним виявилось визначити вказану змінну як індикатор підвищення інтенсивності аудиторних занять (а не зниження, як у випадку вищенаведених моделей).

Для узагальнення питання щодо представлення моделями типу (1), (2) кількісних аспектів електроспоживання одночасно системою будівель конкретного ЗВО («одночасною» моделлю) є доцільним застосування моделей із складною (враховуючи додаткові фіктивні змінні) функцією регресії виду

$$y = g((\lambda, f(N, z, t, \varphi))),$$

де $\lambda = (\lambda_1, \dots, \lambda_m)$, $\lambda_j, j = 1, \dots, m$ — додаткові фіктивні змінні (індикатори конкретних будівель), $f(N, z, t, \varphi) = (f_1(N, z, t, \varphi), \dots, f_m(N, z, t, \varphi))$, m — кількість аналізованих будівель, f_j — функції типу (1).

Список використаних джерел

1. Прикладной регрессионный анализ: монография / Н.Р. Дрейпер, Г. Смит. — М. – С.-П. – К — ДИАЛЕКТИКА.: 2017. – 911 с.
2. Каплун В. В., Красницький С. М., Бобровник В. М. Математичне моделювання електроспоживання у будівлях закладів вищої освіти. Повідомлення 2 // Вісник КНУТД №2 (132), 2019, с. 9-23.
3. Красницький С.М., Бобровник В.М., Герасимов Є.С. Деякі регресійні моделі процесу електроспоживання в навчальних корпусах КНУТД та їх програмне забезпечення // Інформаційні технології в науці, виробництві та підприємстві — збірник наукових праць — К.:ТОВ ФастБін Україна, 2022, с.118 – 121.
4. Seber F. G and Lee A. J. Linear Regression Analysis, 2nd Edition. — New Jersey, USA: Wiley & Sons, Inc., Hoboken, 2003 — 557 p.