

УДК 677.072.6

## АВТОМАТИЗОВАНА ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ НА ОСНОВІ ПОВНОГО ФАКТОРНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

В.Г. Резанова, к.т.н., доцент

*Київський національний університет технологій та дизайну*

І.Р. Сергієнко, студент

*Київський національний університет технологій та дизайну*

Ключові слова: програмне забезпечення, математична модель, повний факторний експеримент

У наш час розвиток техніки та технологій, суцільна інформатизація та комп'ютеризація, процеси глобалізації та інтеграція України у світовий простір ставлять високі вимоги до наукових досліджень та використання комп'ютерних технологій. Сучасність вимагає розробки дійових механізмів і підходів, впровадженням нових технологій і активізації маркетингової роботи, які б дали змогу підвищити ефективність виробництва, створити сприятливі інвестиційні умови, забезпечити конкурентоспроможність продукції на споживчому ринку [1-4].

Наукові дослідження часто здійснюється експериментальним шляхом, теоретичні методи використовуються суттєво менше. Але математичне моделювання технологічних процесів є важливим з точки зору можливості отримання теоретично обґрунтованих практичних результатів.

Побудову математичної моделі для проведення подальших наукових досліджень можна здійснити, застосувавши теорію планування експерименту [5]. Нехай проводяться деякі експериментальні дослідження. Кожне з різних значень, які приймає змінна  $X_i$  в досліді, - це рівні цієї змінної. Експеримент, в якому рівні кожного фактора комбінуються з усіма рівнями інших факторів, - повний факторний експеримент (ПФЕ).

Розглянемо функцію відгуку  $\eta = f(X_1, X_2, \dots, X_k)$ . Нехай число різних значень, які може приймати змінна  $X_i$  ( $i = 1, 2, \dots, k$ ) у всіх дослідіах, дорівнює двом, тобто  $S_i = 2$ . Позначимо їх  $X_{i1}$  та  $X_{i2}$ .

Введемо кодовані змінні:  $x_i = \frac{X_i - X_i^0}{S_i}$ ,  $i = 1, 2, \dots, k$ , де  $X_i^0 = \frac{X_{i1} + X_{i2}}{2}$

$i = 1, 2, \dots, k$ ;  $S_i = \frac{X_{i2} - X_{i1}}{2}$   $i = 1, 2, \dots, k$ . Очевидно, що кодована змінна

$x_i$  ( $i = 1, 2, \dots, k$ ) в кожному досліді може приймати значення 1 або -1. Розглянемо випадок, коли в виразі (14.1) число незалежних змінних  $k = 2$ , тобто  $\eta = f(x_1, x_2)$ .

Всі можливі комбінації рівней змінних  $x_1$  і  $x_2$  в ПФЕ  $2^2$  представлені в таблиці 1:

Таблиця 1 – План ПФЕ 2<sup>2</sup>

Номер досліджу	Матриця незалежних змінних				Варіант досліджень	Спостереження
	x <sub>0</sub>	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>1</sub> x <sub>2</sub>		
1	1	-1	-1	1	(1)	Y <sub>1</sub>
2	1	1	-1	-1	a	Y <sub>2</sub>
3	1	-1	1	-1	b	Y <sub>3</sub>
4	1	1	1	1	ab	Y <sub>4</sub>

Аналогічно можемо застосувати ПФЕ 2<sup>3</sup>. В цьому випадку:  
 $\eta = f(x_1, x_2, x_3)$ .

Функцію відгуку можна шукати, зокрема, у вигляді  
$$\eta = \beta_0 + \sum_{1 \leq i \leq 3} \beta_i x_i + \sum_{1 \leq i < j \leq 3} \beta_{ij} x_i x_j + \beta_{123} x_1 x_2 x_3 \quad (1)$$

Коефіцієнти (1) знаходяться за методом найменших квадратів. Нехай  $X$  – матриця плану;  $Y$  – вектор-стовпчик значень залежної змінної, що спостерігаються у певних точках плану;  $b$  – вектор-стовпчик невідомих коефіцієнтів. Тоді, згідно з МНК:  $b = (X'X)^{-1} X'Y$ . Знайдені коефіцієнти – компоненти вектора  $b$  – вказують на силу впливу окремих чинників на результат. Програмно побудовану модель можна використовувати для подальших наукових досліджень.

Розробка програмного забезпечення [6] дозволить раціоналізувати роботу дослідника. З'явиться можливість без проведення громіздких ручних розрахунків будувати різні моделі і порівнювати їх. В кінцевому рахунку – застосування математичних та інформаційних методів відкриває можливості для подальших наукових досліджень та отримання важливих практичних результатів.

#### Список використаних джерел

1. Резанова В.Г., Резанова Н.М. Програмне забезпечення для дослідження полімерних систем. Монографія. – К.: АртЕк, 2020. – 358 с.
2. Резанова В.Г., Резанова Н.М. Програмне забезпечення для оптимізації складу багатокомпонентних сумішей. Монографія.- К.:АртЕк. - 2022. 315 с.
3. V. G. Rezanova, N. M. Rezanova CNT-filled polypropylene/plasticized polyvinyl alcohol mixtures: rheology, morphology, and properties of composite threads // Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології. – 2023. – Т. 21, Вип. 2. – С. 349-361.
4. Rezanova N.M., Rezanova V.G., Plavan V.P., Viltsaniuk O.O. The influence of nano-additives on the formation of matrix-fibrillar structure in the polymer mixture melts and on the properties of complex threads // Vlákna a textil (Bratislava, Slovak Republic) - №2, 2017. - p. 37-42
5. Нечаєв В.П., Берідзе Т.М., Кононенко В.В., Рябушенко Н.В., Брадул О.М. Теорія планування експерименту. - К.: Кондор, 2005. – 232 с.
6. Stroustrup B. Programming: Principles and Practice Using C++ (2nd Edition). Addison-Wesley Professional, 2014. – 1312 p.