

УДК 519.25

ВИКОРИСТАННЯ ФАКТОРНОГО АНАЛІЗУ ПРИ ПЛАНУВАННІ ТЕХНІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

В.О. Паламарчук

Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ
e-mail: victor.palamarchuk@ukr.net

Одним з найбільш універсальних методів дослідження предметної області є метод планування експерименту. Його найбільший недолік полягає у тому, що отримана математична модель не може бути використана для аналізу процесу, якщо умови його протікання значно відрізняються від умов, у яких відбувався експеримент.

Постановка експерименту в лабораторних умовах практично завжди пов'язана з моделюванням. Моделювання процесу можна здійснити в повній мірі тільки тоді, коли виконуються основні закони *теорії подібності*. Сутність теорії подібності полягає в тому, щоб велику кількість змінних, які характеризують процес, об'єднати в значно менше число безрозмірних величин - критеріїв подібності.

Критерії подібності, як правило, виводять з диференціальних рівнянь зв'язку. Якщо при вивченні якогось процесу ми володіємо значним обсягом попередніх знань у вигляді рівнянь, що визначають процес, то краще використовувати теорію подібності, якщо рівняння задачі невідомі, то потрібно застосування метод розмірностей. Часто обидва методи використовують паралельно [1].

З розвитком інформаційних технологій, виникла можливість появи складних статистичних алгоритмів факторного аналізу [2,3] для з'ясування структури зв'язку між параметрами досліджуваного процесу. Але відомі випадки застосування факторного аналізу для редукції даних і виявлення структури взаємозв'язків між змінними стосуються політичних, соціально-економічних, соціологічних та психологічних досліджень [3].

Розглянемо особливості використання факторного аналізу у предметній області технічного експерименту. Це допомагає виявити особливості виділення з множини характеристик досліджуваного об'єкту нових факторів, більш адекватно відображаючих властивості об'єкту та знайти приховані, але передбачувані закономірності, які визначаються впливом внутрішніх та зовнішніх причин на досліджуваний об'єкт.

Для аналізу були вибрані результати експерименту по дослідженню стійкості штампів при пробивці отворів у листовому матеріалі [4]. Ці результати були нормовані з метою переходу до безрозмірних величин

На першому етапі був проведений аналіз вкладу кожного з досліджуваних факторів у загальну дисперсію за методом головних компонент (табл. 1).

Таблиця 1

Аналіз компонент кумулятивної (накопиченої) дисперсії

Eigenvalues (стійкість нормована)				
Extraction: Principal components				
Value	Eigenvalue	% Total variance	Cumulative Eigenvalue	Cumulative %
1	3,145745	44,93921	3,145745	44,9392
2	2,084509	29,77870	5,230254	74,7179
3	0,921842	13,16917	6,152096	87,8871
4	0,637968	9,11383	6,790064	97,0009
5	0,134772	1,92532	6,924836	98,9262
6	0,075164	1,07377	7,000000	100,0000

За критерієм Кайзера, факторів, дисперсія яких більша одиниці, налічується два, але з досвіду відомо, що критерій Кайзера може безпідставно зменшити кількість суттєвих критеріїв. Тому був використаний графічний критерій Кеттеля (рис. 1). Кеттель запропонував знайти таке місце на графіку, де спадання власних значень зліва направо максимально уповільнюється. За критерієм Кеттеля суттєвими є п'ять факторів. Були обчислені так звані факторні навантаження Суттєвими компонентами у цьому випадку стали чотири фактори, у яких навантаження більші, ніж 0,65.

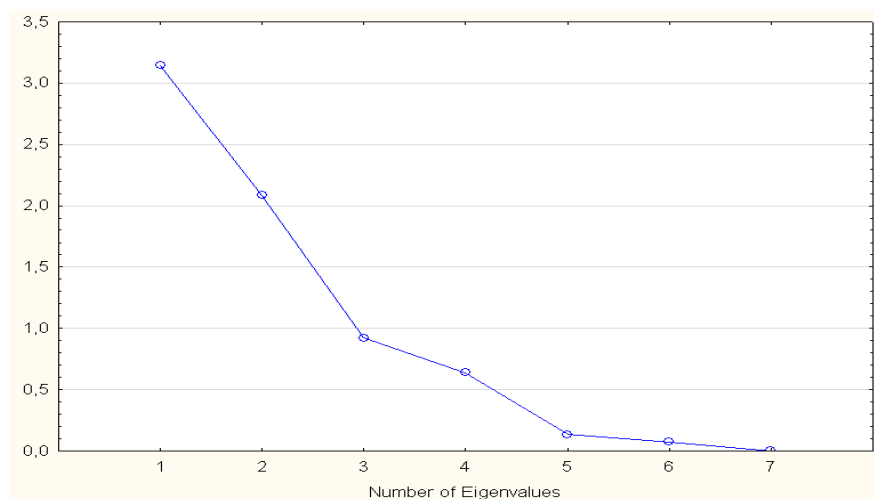


Рис. 1. Графік «каменистого осипу» - критерія Кеттеля

Інтерпретація закономірностей у таблицях факторних навантажень є складним процесом. Була побудована таблиця факторних навантажень для виділеної кількості факторів (чотирьох) (таблиця 2). Можна констатувати,

що перший фактор відповідає за геометричні параметри процесу, другий – за комбінацію характеристик матеріалу пуансону та матриці, третій за відповідні характеристики матеріалу заготовки, і, насамкінець, четвертий фактор – за найважливіший критерій зносу пуансону (задирку).

Таблиця 2.

Факторні навантаження суттєвих факторів задачі

Factor Loadings (Varimax raw) (стійкість нормована)				
Extraction: Principal components				
(Marked loadings are >,700000)				
Variable	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
сiгНор	0,023745	0,114417	0,984933	0,112517
ДНор	0,986839	0,001415	0,018538	0,129643
ЕСНор	0,986839	0,001415	0,018538	0,129643
ЗетНор	0,883772	-0,339494	0,013292	0,220239
ТПНор	-0,104007	0,938813	-0,014342	0,199534
ТМНор	-0,066778	0,948039	0,194086	-0,009616
ЗаучНор	0,277466	0,138974	0,130351	0,938167
Expl. Var	2,821584	1,927812	1,025824	1,014843
Prp. Totl	0,403083	0,275402	0,146546	0,144978

Порівняння цієї задачі з аналізом, виконаним методами теорії подібності та теорії розмірностей [1] показав, що ці традиційні методи виділення з множини характеристик нових факторів, відображаючих властивості об'єкту, дали аналогічні результати, які відрізняються тільки тим, що геометричні параметри не були об'єднані у один фактор, що протирічило б теорії розмірностей. Подальший аналіз методами нелінійної оцінки і побудова математичної моделі показали адекватність вибраної моделі.

Висновок: Метод факторного аналізу може бути використаний у предметній області технічного експерименту для аналізу впливу параметрів процесу на досліджуваний об'єкт з метою прогнозування кількості значущих факторів, та подальшого перетворення параметрів процесу у відповідні критерії.

Література

1. Серeda В.Г. Моделирование технологических процессов статистическими методами/ В.Г. Серeda, В.А. Паламарчук, Я.Е. Пыц. Краматорск: ДГМА, 2010. – 84 с.
2. Ким Д.-О. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ/Д.-О. Ким, Ч.У. Мюллер. М.: Финансы и статистика, 1989. – 215 с.
3. Статистичний аналіз даних з пакетом STATISTICA/ Т.І. Мамчич та ін. Дрогобич: Відродження, 2006. – 208 с.
4. Максименко О.Л. Разработка математической модели стойкости штампов при пробивке отверстий в листовом материале/ О.Л. Максименко, В.А. Паламарчук// Удосконалення процесів і обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні. Краматорськ-Хмельницький, 2002. С. 459-461.