

УДК 37.013.2:37.013.41

Павленко В.І.

Горлівський регіональний інститут Університету "Україна"

Корольов М.Є., Корольов Є.О.

Автомобільний інститут Донецького Національного технічного університету

## МЕТОДОЛОГІЯ ПОШУКУ ФАКТОРНИХ НАПРАВЛЕНЬ

*Метою статті є розробка системи цільорієнтованої мотивації трудової діяльності за допомогою залучення математичного апарату. Проводиться спроба виділити серед факторів, що визначають поведінку робітника, приховані (латентні) фактори, які пояснюють у більшій мірі явище, що вивчається. Для керівництва підприємства практична цінність отриманої інформації полягає у тому, що буде видно структуру ціннісних уявлень конкретного колективу. Отже, в умовах обмежених фінансових ресурсів можна оптимально розподіляти кошти на стимулювання праці, віддаючи перевагу найбільш значущим (пріоритетним) напрямкам. **Ключові слова:** факторний аналіз, латентні фактори, метод головних компонент, Хотеллінг.*

*Форм. 8. Табл.2. Рис.2. Літ.7.*

**Постановка проблеми.** У сучасних умовах мотивація праці працівників виділилася як особливий метод управління. Все більше значення керівники підприємств приділяють людському чиннику як найбільш значущого у виробничому процесі. Тому особливу цінність набуває пошук ефективних важелів впливу на поведінку персоналу, які забезпечать максимальне виконання виробничих і соціальних завдань.

**Аналіз останніх досягнень і публікацій.** Аналіз робіт в області цілеорієнтованого стимулювання праці показує, що розроблена значна кількість обґрунтованих принципів [1, 6, 7], але всі вони, як правило, базуються на методах психології (теорії потреб, зокрема). У роботах вітчизняних авторів досить мало уваги приділяється питанням формалізації вирішення завдань, пов'язаних з управлінням персоналом (тобто математичний апарат практично не залучається).

**Невирішені раніше частини основної проблеми.** У публікаціях, пов'язаних з мотивацією праці, автори не зупиняють свою увагу на тому, що в математиці існують методи, які здатні формалізувати пошук пріоритетних важелів управління персоналом за допомогою тих же мотивацій. Очевидно, що дана практика не має місця і в реальному житті, хоча вона пропонує реальні вигоди.

### **Місце мотивації у кадровій політиці.**

Ні для кого не секрет, що у жорстких умовах конкуренції людський фактор є визначальним. Саме кваліфікований персонал - найдорожче надбання, за яке також ведеться боротьба на ринку трудових ресурсів. Причина цього досить повно ілюструється таким прикладом. В деякій галузі функціонують два підприємства-конкурента. У більшості випадків вони користуються послугами одних і тих самих постачальників, єдиним ринком збуту, знаходяться під впливом однакових факторів зовнішнього середовища, і навіть технології виробництва у них практично однакові. Така ситуація є досить типовою. Але їх фінансові показники різні. Пояснюється це розходженням кадрової політики, яка зовнішнім спостерігачам чомусь не кидається в очі. «Все більша кількість керівників усвідомлюють, що конкурентна перевага фірми - це перевага персоналу над персоналом суперника, а зневага працівниками - дорога, яка веде до збитків» [7].

Збалансована кадрова політика є предметом вивчення відповідних наук. Мотивація персоналу в будь-якому суспільстві та економічній системі носить сутнісний характер і визначає економіку в суспільстві та рівень його добробуту.

Мотивація являє собою процес створення системи умов або мотивів, що впливають на поведінку людини, направляють їх у потрібну для організації сторону, що регулюють його інтенсивність, межі, спонукають проявляти сумлінність, наполегливість, старанність у справі досягнення цілей.

Слід зазначити, що питання мотивації в його практичному аспекті є «білою плямою» в кадровій політиці більшості вітчизняних підприємств. Пояснюється це, знову ж таки, усталеними традиціями і підходами, що мали місце при командно-адміністративній системі Радянського Союзу. Тому і на сучасному етапі методи мотивації зводяться лише до зміни окладів співробітників. При цьому в умовах обмежених фінансових ресурсів ефективність даних заходів зводиться нанівець. Матеріальне стимулювання, як правило, здійснюється в кінці року. Це означає, що протягом виробничого циклу ні про яке стимулювання немає й мови. Між тим, недооцінені залишаються інші стимули, зокрема, можливості індивідуального планування робочого часу та виділення часового ресурсу на вільний науковий пошук, які використовуються не тільки в західних компаніях, але і в ряді науково-дослідних організацій нашої країни.

Саме цілеорієнтована мотивація і є об'єктом розгляду даної роботи. Пропонується спроба виділити зі всієї безлічі мотивів, які впливають на трудову поведінку робітника, саме ті, вплив на які призведе до максимального соціального і виробничого ефекту. Також буде проведено угруповання мотивів за ступенем їх значущості. Це дозволить керівництву підприємства оптимально інвестувати фінансові кошти в кадрову політику.

**Математичне обґрунтування.** Дослідження економічних систем будь-якого рівня проводиться за допомогою системного підходу, який є науковою і прикладною методологією вирішення багатьох завдань. Розглянемо поведінку персоналу підприємства, як певну систему  $\Omega$ . Припустимо, що на неї впливає деякий обмежений набір факторів

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\} \quad (1)$$

Дослідників, у більшості випадків, цікавлять не чисельні вирази впливаючих факторів  $X$ , а певний набір підсумкових показників

$$Y = \{y_1, y_2, \dots, y_m\} \quad (2)$$

Тоді, стан системи  $\Omega$  в будь-який момент часу можна охарактеризувати так:

$$\begin{cases} y_1 = g_1(x_1, x_2, \dots, x_n), \\ y_2 = g_2(x_1, x_2, \dots, x_n), \\ \dots \\ y_m = g_m(x_1, x_2, \dots, x_n), \end{cases} \quad (3)$$

або у загальному випадку –

$$\Omega: y_k = g_k(X) \quad (4)$$

Суть факторного підходу полягає в уявленні про комплексний характер досліджуваного явища  $\Omega$ , що виражається, зокрема, у взаємозв'язках і взаємозумовленості окремих ознак. «Мета факторного аналізу - сконцентрувати вихідну інформацію, висловлюючи велику кількість розглянутих ознак через менше число більш ємних внутрішніх характеристик явища»,  $F = \{F_1, \dots, F_j\}, 1 \leq j \leq n$  «які, однак, не піддаються безпосередньому виміру» (наприклад, рівень аграрного розвитку, рівень технічної оснащеності підприємств). «При цьому передбачається, що найбільш ємні характеристики виявляться водночас і найбільш суттєвими, визначальними. Надалі будемо їх називати узагальненими факторами (або просто факторами)» [2]. Особливість головних факторів полягає в тому, що вони з достатньою повнотою описують досліджуване явище. А так як їх кількість явно менша, ніж кількість ознак, то при подальшому моделюванні заміна безлічі  $X$  тільки лише визначальними факторами  $F$  знижує розмірність простору ознак.

У більшості програм факторного аналізу (ФА) гіпотеза про наявність головного(их) фактора(ів) заснована на припущенні про існування чогось спільного у ознаках, що спостережуються. У разі існування тільки одного фактора, суть ФА полягає в поясненні кореляції між спостережуваними ознаками за допомогою кореляції цих ознак з фактором. У загальному випадку може бути кілька факторів. Кореляція між спостережуваними ознаками і факторами позначають. Величини називаються факторними навантаженнями і вони утворюють матрицю факторних навантажень.

У багатьох програмах ФА основна мета полягає в поясненні кореляційної матриці ознак  $R$  її матрицею факторних навантажень  $A$ . Матрицю  $A$  знаходять чисельними методами, як правило, визначаючи власні числа і вектори матриці  $R$ .

Методологія ФА у даний час значно розширилася. Налічуються десятки підходів, які характеризуються своїми способами обробки та інтерпретації даних.

У даній роботі розглянемо застосування методу головних компонент, який вперше докладно описав Г. Хоттелінг. Його суть полягає в тому, що дисперсію досліджуваних ознак  $x_i$  можна повністю пояснити за рахунок виділення  $j$  латентних факторів, де  $1 \leq j \leq n$  ( $n$  - кількість ознак). Причому  $F_{i+1}$  пояснює дисперсію в більшій мірі, ніж  $F_i$ . Звідси видно, що в процесі експерименту можна отримати бажану точність наближення або ж обмежитися знаходженням такого числа факторів, які в потрібній мірі описують дисперсію ознак  $x_i$ .

В якості прикладу розглянемо наступну ситуацію. Нехай на підприємстві провели анкетування, за яким респондентам запропонували обрати, які із запропонованих стимулів є для них найбільш значущими. Були запропоновані 5 стимулів - заробітна плата, кар'єрне зростання, імідж, безпека, самореалізація (кількість запропонованих чинників та їх зміст є чисто умовними. На практиці, природно, вивченню повинне бути піддано набагато більше стимулів, наприклад, близько 30, тоді побудовані моделі будуть мати реальний результат і практичну цінність). Після статистична інформація була згрупована в таблицю (дані наведені в частках).

Таблиця 1. Структура ціннісних уявлень персоналу.

№ з/п	Вікова категорія	Стимули				
		Заробітна плата	Кар'єра	Імідж	Безпека	Само-реалізація
		X1	X2	X3	X4	X5
1	18-25	0,2	0,4	0,05	0,05	0,3
2	25-35	0,3	0,4	0,1	0,03	0,17
3	35-45	0,5	0,3	0,1	0,08	0,02
4	45-55	0,5	0,2	0,2	0,08	0,02
5	55-60	0,3	0,1	0,3	0,2	0,1
6	>60	0,25	0,1	0,3	0,3	0,05

Алгоритм дослідження можна представити в такій формі:

1. Формування матриці парних кореляцій ознак  $x_i$ .
2. Визначення векторів факторних навантажень, що описують велику частину дисперсії ознак.
3. Графічна інтерпретація отриманих результатів, економічне тлумачення.

**Перший етап.** Матрицю парних кореляцій R отримаємо з вихідної матриці

$$X = \begin{pmatrix} 0.2 & 0.4 & 0.05 & 0.05 & 0.3 \\ 0.4 & 0.4 & 0.1 & 0.03 & 0.17 \\ 0.5 & 0.3 & 0.1 & 0.08 & 0.2 \\ 0.5 & 0.2 & 0.2 & 0.08 & 0.2 \\ 0.3 & 0.1 & 0.3 & 0.2 & 0.1 \\ 0.25 & 0.1 & 0.3 & 0.3 & 0.05 \end{pmatrix}$$

за наступною формулою:

$$R = \frac{X' sr * Xsr}{\sqrt{n}} \quad (5)$$

де n – кількість ознак  $x_i$ ; Xsr - центрована матриця:

$$Xsr = \| x_{ij} \| = \left\| \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{\sqrt{D_j}} \right\| \quad (6)$$

У результаті описаних перетворень отримаємо матрицю парних кореляцій R:

$$R = \begin{pmatrix} 1 & -0.08 & -0.05 & -0.28 & -0.74 \\ -0.08 & 1 & -0.97 & -0.87 & 0.64 \\ -0.05 & -0.97 & 1 & 0.88 & -0.55 \\ -0.28 & -0.87 & 0.88 & 1 & -0.4 \\ -0.74 & 0.64 & -0.55 & -0.4 & 1 \end{pmatrix}$$

**Другий етап.** Застосувавши метод головних компонент до даної кореляційної матриці R виділимо два вектори факторних навантажень A й їхні власні числа  $\lambda$ :

$$A_1 = \begin{pmatrix} 0.082 \\ -0.548 \\ 0.534 \\ 0.492 \\ -0.407 \end{pmatrix}, \quad \lambda_1 = 3.1354, \quad A_2 = \begin{pmatrix} -0.774 \\ -0.06 \\ 0.158 \\ 0.321 \\ 0.518 \end{pmatrix}, \quad \lambda_2 = 0.0847$$

У методі головних компонент власні числа  $\lambda_i$  показують, наскільки  $i$ -й фактор пояснює дисперсію ознак. Причому справедлива межа

$$\lim_{i \rightarrow n} \sum_{k=1}^i \lambda_k = n \quad (7)$$

де  $n$  – кількість ознак. Нормуємо вектори факторних навантажень:

$$F_i = \frac{A}{\lambda_i} \quad (8)$$

Зведемо для наочності отримані координати в таблицю.

Таблиця 2. Координати стимулів у координатах латентних векторів.

Ознаки	Головні фактори (факторні навантаження)	
	F1	F2
X1	0,0823965	-0,774084
X2	-0,547917	-0,059722
X3	0,5341937	0,1579469
X4	0,4916118	0,3212707
X5	-0,407352	0,5186803

У нашому випадку  $\lambda_1 + \lambda_2 = 3.1354 + 0.0847 = 3.2201$ . Значить, два отримані латентних фактора  $F_1$  і  $F_2$  пояснюють дисперсію на 65%. Причому основна частина дисперсії ( $\frac{\lambda_1}{n} = \frac{3.1354}{5} = 0.62708$  або 62.7%) пояснюється першим головним чинником  $F_1$ .

**Третій етап.** Застосовуючи метод головних компонент, ми виходили з того, що між ознаками  $x_i$  існує прихований взаємозв'язок, який неможливо пояснити методами кореляційного аналізу. Наведемо графічну ілюстрацію

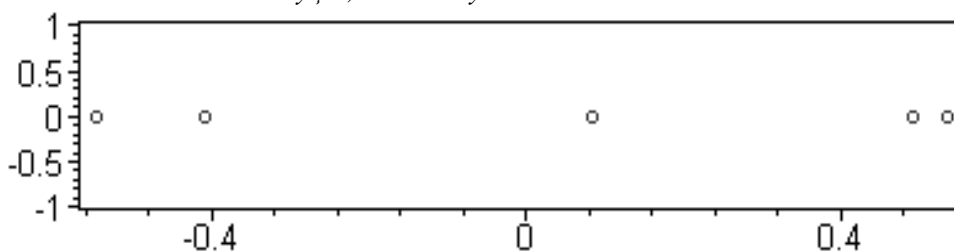


Рис. 1. Проекції векторів на вісь головного чинника.

Виходячи з рис.1 можна стверджувати, що серед п'яти досліджуваних ознак  $x_i$  однаково значимість на стимулювання праці надають три групи: 1-а група - фактори  $x_2$  і  $x_5$  (можливість кар'єрного росту та самореалізації), 2-я група представлена факторами  $x_3$  і  $x_4$  (високий імідж і безпека), 3-я група – матеріальне стимулювання.

Підтверджує цей факт і двофакторна система координат.

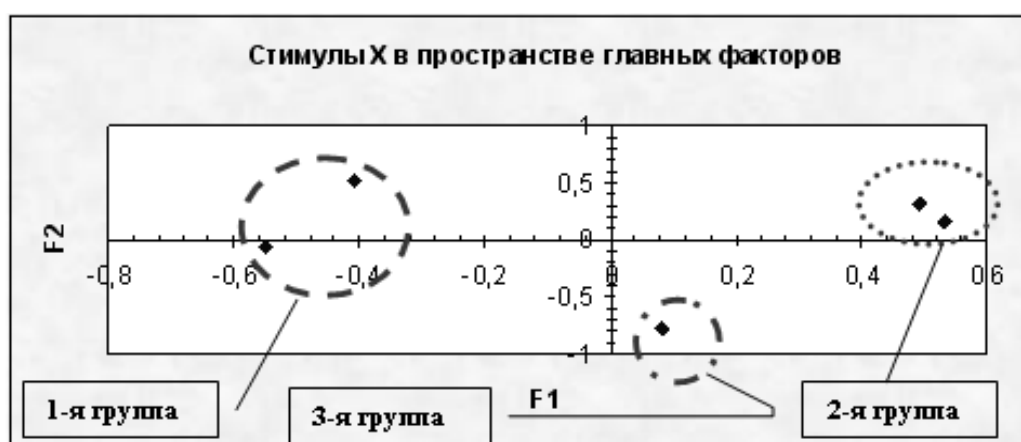


Рис. 2. Геометричне уявлення 5-ти спостережуваних об'єктів у тривіальному просторі латентних факторів  $F_1$  і  $F_2$ .

Другий результат, який дає факторний підхід, це можливість замінити 5-ти факторну модель - на 2-во факторну (у базисі векторів  $F_1$  і  $F_2$ ) з певним рівнем похибки (у нашому випадку - 65%).

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** На підставі наведених досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Дослідження структури ціннісних уявлень персоналу можна проводити на основі факторного аналізу. Даний підхід дозволяє виділити пріоритетні напрямки кадрової політики і цілеорієнтованої мотивації, тим самим знизивши фінансові витрати на ці заходи.

2. У даній роботі в якості ілюстративного прикладу була взята модель малої розмірності, але аналізу так само ефективно піддаються і більш складні системи.

Подальші дослідження з проблеми цілеорієнтованої мотивації праці із застосуванням факторного аналізу можуть бути спрямовані на об'єктивну інтерпретацію отриманих результатів (векторів факторних навантажень).

1. Дюк В.А. Компьютерная психодиагностика. - С-Пб: БХВ-Петербург, - 2004.
2. Иберла К. Факторный анализ: Пер. с нем. – М.: Статистика, 2001. –398 с.: ил.
3. Луняков О.В. Интегрированный показатель эффективности продаж товарной продукции в факторной модели планирования ассортимента товаров супермаркета // Актуальные проблемы экономики – 2004. - №8. – с. 62-65
4. Смирнов Э.А. Разработка управленческих решений: Учебник для вузов. – М.: Юнити-Дана, 2001. – 271 с.
5. Федулова Л.И., Сокирник И.В., Стадник В.В. Менеджмент организаций. – К.: Либідь, 2003. - 446с.
6. Чернов С.К. Человеческий потенциал – резерв производства // Персонал, 2003. - №7. – с. 78-79.
7. Шеффе Г. Дисперсионный анализ: Пер. с англ. Б.А. Севастьянова – М.: Наука, 2000. –512 с.