

Я. В. Федько, здобувач кафедри статистики,
ДВНЗ «Київський національний економічний університет
імені Вадима Гетьмана»

СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ РОЗМІРУ ВИТОРГУ ВІД РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОДУКЦІЇ ПІДПРИЄМСТВА ЧОРНОЇ МЕТАЛУРГІЇ

АНОТАЦІЯ. У статті запропоновано методичний підхід до оцінювання та прогнозування «виторгу» підприємства чорної металургії залежно від результатів його діяльності.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: виторг, аналіз, оцінювання, прогнозування, прийняття рішень, підприємство, чорна металургія.

АННОТАЦИЯ. В статье предложен методический подход к оцениванию и прогнозированию выручки предприятия черной металлургии в зависимости от результатов его деятельности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: выручка, анализ, оценивание, прогнозирование, принятие решений, предприятие, черная металлургия.

ANNOTATION. In the article the methodical approach to evaluating and predicting earnings steel industry based on the results of its operations.

KEY WORDS: proceeds, analysis, evaluation, forecast, decision making, enterprise, ferrous metallurgy.

Вступ. Під час прийняття управлінських рішень щодо ефективної діяльності підприємства чорної металургії важливого значення набуває розмір обсягу «виторгу» від реалізації продукції. Як економічна категорія «виторг» характеризує фінансовий результат діяльності підприємства.

Під «виторгом» розуміють усі надходження підприємства від реалізації продукції та інших видів діяльності. Саме «виторг» є основним джерелом відшкодування витрат на виробництво і продаж продукції, оплати рахунків постачальників за матеріальні цінності, сплати податків у бюджет, погашення кредитів. Від розміру «виторгу» залежать можливості підприємства в своєчасному та повному обсязі погашення своїх зобов'язань. Отже, враховуючи важливість «виторгу» у складі грошових надходжень, необхідно звернути увагу на фактори його збільшення. Усе зазначене свідчить про необхідність розробки методичних засад статистичного аналізу оцінювання та прогнозування розміру «виторгу».

Постановка задачі. Для ефективного управління підприємству необхідно мати якомога більше інформації щодо його стану. При цьому статистична інформація повинна відображати не тільки

ки ретроспективні ряди, але й прогнозні значення. Ефективність прогнозних значень перш за все пов'язана з надійністю прогнозної оцінки. Поєднання аналітичного прогнозу та математичної моделі дозволяє отримати ефективну прогнозну оцінку та підвищити ефективність прогнозування як інструменту прийняття рішень.

Зазначимо, що економічний прогноз включає в себе оцінку таких показників: попит на продукцію, ціна реалізації, витрати та «виторг», враховуючи те, що при широкому асортименті продукції перші два показники мають опосередкований характер [1]. У цьому випадку, центральне місце в прогнозуванні результатів діяльності та досягненні запланованих результатів підприємства займає «виторг» при умові, що витрати можна віднести до факторів, якими можна управляти. При цьому необхідно враховувати, що на розмір «виторгу» від реалізації продукції впливають її обсяг, асортимент, якість, рівень цін.

Метою дослідження є побудова прогнозної моделі оцінки розміру «виторгу» від основних техніко-економічних показників діяльності підприємства чорної металургії.

Вивченням проблем і тенденцій розвитку металургійної галузі займалися такі вчені, як Бобровський В. А., О. А. Шакура, Бандуров В. В., Кошелева Є. Г., Аптекарь С. С., Гудзь П. В., Марченко І. В., Довбня С. Б., Рошупкина В. Н., Мельник Д., Карпенко Г. та інші.

Результати дослідження. Під час прогнозування найчастіше використовуються регресійні багатофакторні та трендові моделі. Як свідчить практичний досвід, регресійні багатофакторні моделі дозволяють продемонструвати більш повний ефект, чим функція залежності тільки від фактору часу.

Для обґрунтування управлінських рішень з приводу максимізації «виторгу» на металургійних підприємствах побудовано регресійну модель залежності його розміру від основних техніко-економічних показників діяльності Алчевського металургійного комбінату (АМК).

Для вирішення поставленої задачі дослідження відносно підприємств чорної металургії можна запропонувати використання регресійних багатофакторних моделей, які характеризують залежність результатів діяльності підприємства від основних техніко-економічних показників [2].

Визначимо найвпливовіші фактори, від яких залежить маркетингова діяльність металургійного підприємства щодо реалізації продукції:

- x_1 — обсяг чугуну товарного, тис. т;
 x_2 — обсяг продажу гарячого прокату, тис. т;
 x_3 — продаж іншої продукції, млн грн;
 x_4 — рентабельність продажів на експорт, %;
 x_5 — рентабельність продажів на внутрішньому ринку, %;
 x_6 — частка продажів на внутрішньому ринку, %;
 x_7 — витрати на збут і залізничний тариф, млн грн.

При побудові рівняння регресії як залежну змінну Y визначимо «виторг» (млн грн).

Значення перелічених показників наведено в табл. 1.

Побудувати модель (1) можна за допомогою класичного методу багатofакторного аналізу. Зазначимо, що при такому обсязі даних застосуванні цього методу не доцільно. Тому було застосовано метод головних компонентів (МГК).

Таблиця 1

ОСНОВНІ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ АМК за 2011 рік

Місяці/ показники	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	y
січень	3,5	140,8	4,0	3,6	5,7	34,3	16,5	247,9
лютий	0	274,2	12,4	-7,3	-6,0	37,0	37,0	466,7
березень	0	123,6	16,5	13,2	7,8	25,0	25,0	235,4
квітень	5,0	331,3	5,8	20,6	6,5	27,4	27,4	555,7
травень	3,0	364,4	4,2	29,0	-1,2	42,8	42,8	636,9
червень	5,0	353,6	6,3	32,9	-4,2	66,9	66,9	661,3
серпень	6,5	356,0	7,4	43,3	-2,3	54,2	54,2	682,7
липень	3,8	166,6	4,7	38,0	-6,2	41,9	41,9	332,7
вересень	2,8	320,7	4,4	24,3	2,8	52,5	52,5	710,3
жовтень	0	285,7	1,4	20,8	2,9	58,2	58,2	579,6
листопад	0	209,5	0,8	6,8	-5,0	50,8	50,8	436,1
грудень	0	292,3	1,3	5,3	3,8	56,2	56,2	634,3

Джерело: складено автором за даними фінансової звітності АМК за формою № 1-П.

МГК застосовується для зниження розмірності простору спостережуваних векторів, не приводячи до істотної втрати інформативності. Передумовою МГК є нормальний закон розподілу багатомірних векторів. У МГК лінійні комбінації випадкових величин визначаються характеристичними векторами коваріаційної матриці. Головні компоненти являють собою ортогональну сис-

тему координат, у якій дисперсії компонентів характеризують їх статистичні властивості.

Лінійна регресійна модель має вигляд:

$$y = b_0 + b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + b_3 * x_3 + b_4 * x_4 + b_5 * x_5 + b_6 * x_6 + b_7 * x_7 \quad (1)$$

Отже, якщо взяти даний вихідний набір векторів X лінійного простору Lk , то застосування методу головних компонентів дозволяє перейти до базису простору Lm ($m \leq k$), такому, що: *перша компонента* (перший вектор базису) відповідає напрямку, уздовж якого дисперсія векторів вихідного набору максимальна. Напрямом *другої компоненти* (другого вектора базису) обране таким чином, щоб дисперсія вихідних векторів уздовж нього була максимальної за умови ортогональності першому вектору базису. Аналогічно визначаються інші вектори базису. У результаті, напрямку векторів базису обрані так, щоб максимізувати дисперсію вихідного набору уздовж перших компонентів, називаних головними компонентами (або головними осями). Виходить, що основна мінливість векторів вихідного набору векторів представлено кількома першими компонентами, і з'являється можливість, відкинувши, що залишилися (менш істотні) компоненти, перейти до простору меншої розмірності.

Результатом застосування МГК є обчислення матриці W розміру $m * k$, що здійснює проекцію векторів простору Lk на підпростір головних компонентів:

$$Y = W * (X - \mu), \quad Y \in Lm, \quad X \in Lk,$$

де X — вектор з вихідного набору, Y — координати вектора в підпросторі головних компонентів, μ — математичне очікування вектора X початкового набору.

Головні компоненти (вектори базису), обрані за допомогою МГК, мають таку властивість: зворотна проекція вектора Y в Lk дає мінімальну похибку реконструкції (мінімальна відстань до образу вектора Y). Потрібно відзначити, що коректне застосування МГК при припущенні того, щодо нормального розподілу векторів вихідного набору.

Розв'язання задачі методом головних компонентів зводиться до поетапного перетворення матриці вихідних даних X .

Нехай X — матриця вихідних даних розмірністю $n * k$ (n — число об'єктів спостереження, k — число елементарних аналітичних ознак), тоді Z — матриця центрованих і нормованих значень ознак, елементи матриці обчислюють за формулою:

$$Z_{ij} = (x_{ij} - \bar{x}_j) / S_j, \quad (3)$$

де: x_{ij} — i -те значення j -ої компоненти вектора X , $i = 1, 2, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, k$,

$\bar{x}_j$ — оцінка математичного очікування j -ої компоненти вектора X ;

S_j — корінь квадратний з оцінки дисперсії j -ої компоненти вектора X ;

Матриця оцінок парних кореляцій R обчислюється за формулою:

$$R = (Z^m * Z) / (n - 1). \quad (4)$$

Нагадаємо, що оцінка коваріаційної матриці C обчислюється за формулою: $C = (X^m * X) / (n - 1)$.

Далі обчислюється діагональна матриця Λ власних (характеристичних) чисел. Множина розв'язків λ_j знаходять розв'язанням характеристичного рівняння $|R - \lambda I| = 0$.

Характеристики варіації λ_j — показники оцінок дисперсій кожної головної компоненти. Сумарне значення $\sum \lambda_j$ дорівнює сумі оцінок дисперсій елементарних ознак x_j . За умови стандартизації вихідних даних, ця сума дорівнює числу елементарних ознак k .

Розв'язавши характеристичне рівняння, знаходять його коріння λ_j . Після цього обчислюють власні вектори матриці R . Реально це означає розв'язання k систем лінійних рівнянь для кожного при $j = 1, \dots, k$. У загальному виді система має вигляд:

$$\begin{aligned} (1 - \lambda_j) * v_{1j} + r_{12} * v_{2j} + r_{13} * v_{3j} + \dots + r_{1k} * v_{kj} &= 0, \\ r_{21} * v_{1j} + (1 - \lambda_j) * v_{2j} + r_{23} * v_{3j} + \dots + r_{2k} * v_{kj} &= 0, \\ r_{k1} * v_{1j} + r_{k2} * v_{2j} + r_{k3} * v_{3j} + \dots + (1 - \lambda_j) * v_{kj} &= 0, \end{aligned} \quad (2)$$

Наведена система поєднує однорідні лінійні рівняння, і тому що число її рівнянь дорівнює числу невідомих, вона має нескінченну множину рішень. Конкретні значення власних векторів при цьому можна знайти, задаючи довільно принаймні величину однієї компоненти кожного вектора.

Далі обчислюється матриця A — матриця компонентного відображення, її елементи akj — вагомні коефіцієнти. Спочатку A має розмірність $k * k$ — по числу елементарних ознак X_j , потім в аналізі залишається m найбільш значимих компонентів, $m \leq k$. Обчислюють матрицю A за відомим даними матриці власних чисел Λ і нормованих власних векторів V по формулі $A = V * \Lambda^{1/2}$ [с. 57—59].

G — матриця значень головних компонентів розмірністю $k \times n$, $G = A - 1Z^T$. Ця матриця показує значення всього набору головних компонентів (число головних компонентів дорівнює k). При зменшенні розмірності до головних компонентів розмір матриці буде $m \times n$. Величина m або призначається користувачем, або визначається за значеннями λ_j .

МГК було реалізовано за допомогою прикладного програмного забезпечення «Statgraphics», у якому залишаються тільки ті головні компоненти, власні числа яких не менше одиниці [3, с. 26—29].

Оцінювання коефіцієнтів $b_0, \dots, b_7$ класичним методом багатofакторного регресійного аналізу.

За результатами аналізу отримуємо багатofакторну регресійну модель:

$$y = -25,4625 + 2,50923 \cdot x_1 + 1,45366 \cdot x_2 - 2,26956 \cdot x_3 - 0,478392 \cdot x_4 + 4,88704 \cdot x_5 - 1,08802 \cdot x_6 + 4,85869 \cdot x_7. \quad (5)$$

Після видалення з моделі незначущого коефіцієнта b_1 маємо таку регресійну залежність:

$$y = -30,3407 + 1,48989 \cdot x_2 - 2,13043 \cdot x_3 - 0,165436 \cdot x_4 + 4,67692 \cdot x_5 - 0,503093 \cdot x_6 + 4,13206 \cdot x_7 \quad (6)$$

Подібні ітерації можна повторювати ще кілька разів, доки в моделі не залишаться найбільш значимі фактори.

Тепер спробуємо зменшити розмірність моделі застосувавши метод головних компонентів. Результат застосування методу свідчить, що вхідні змінні $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7$ можуть бути замінені двома змінними (головними компонентами). Цей шаг зменшення розмірності відображено на рис. 1.

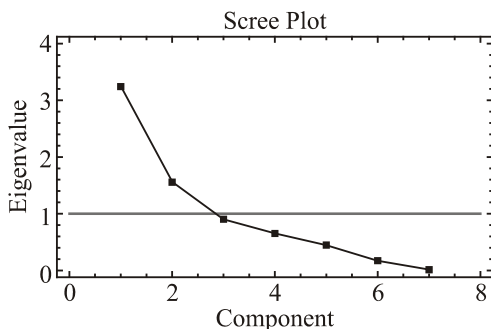


Рис. 1. Графічне відображення методу головних компонентів

При цьому, 68,5 % розсіювання вихідного контрольованого параметра y буде обумовлено замінами цих змінних (головних компонентів). Позначимо ці компоненти як U_1 і U_2 . Результат застосування методу головних компонентів наведено в табл. 2.

Таблиця 2

**ЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРИ ГОЛОВНИХ КОМПОНЕНТАХ
ЗА ФАКТОРАМИ**

Фактори/головні компоненти	1 головна компонента (U_1)	2 головна компонента (U_2)
X_1	0,229827	0,680263
X_2	0,406692	0,135729
X_3	-0,296928	0,290166
X_4	0,351725	0,517187
X_5	-0,286779	0,122916
X_6	0,49103	-0,285703
X_7	0,496541	-0,265342

Джерело: складено автором.

Звідси отримуємо такі регресії головних компонент:

$$U_1 = 0,229827 * x_1 + 0,406692 * x_2 - 0,296928 * x_3 + 0,351725 * x_4 - 0,286779 * x_5 + 0,49103 * x_6 + 0,496541 * x_7, \quad (7)$$

$$U_2 = 0,680263 * x_1 + 0,135729 * x_2 + 0,290166 * x_3 + 0,517187 * x_4 + 0,122916 * x_5 - 0,285703 * x_6 - 0,265342 * x_7. \quad (8)$$

Кореляція між цими змінними відсутня за означенням. Тому єдина лінійна регресійна модель залежності математичного очікування y від змінних U_1 та U_2 згідно з результатами оцінювання наданими у таблиці нижче має вигляд. Після застосування багатфакторного регресійного аналізу до головних компонент, отримуємо таку модель:

$$y = 514,967 + 75,8007 * U_1 - 1,87054 * U_2 \quad (9)$$

Таким чином, розмірність моделі знижена з 7-х до 2-х факторів без істотної втрати інформативності. Отримана модель пояснює 68,5 % мінливості y стосовно моделі із вхідними змінними $x_1, x_2, x_3, x_5, x_6, x_7$ і може бути застосована для оцінювання та прогнозування обсягів реалізації продукції у вигляді «виторгу» підприємства чорної металургії.

Висновки. Запропонований методичний підхід до прогнозування обсягів реалізації продукції від основних техніко-економічних показників підприємства чорної металургії може бути використаний у реальному процесі прийняття рішень. Цей підхід може бути застосований на типових підприємствах металургійної галузі. При цьому основні техніко-економічні показники можуть змінюватися в залежності від асортименту виготовленої продукції. Для підвищення ефективності їх застосування, процес використання цієї моделі має бути оснащений відповідним програмним забезпеченням, що дозволить користувачеві самостійно вирішувати конкретні завдання.

Література

1. *Бобровский В. А.* Методика прогнозирования выручки с помощью авторегрессионной модели / В. А. Бобровский // Вестник МГТУ им. Г. И. Носова. — 2009. — № 1. — С. 91—94.
2. *Дуброва Т. А.* Статистические методы прогнозирования: Учеб. пособие / Т. А. Дуброва. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. — 206 с.
3. *Калинина В. Н.* Введение в многомерный статистический анализ: Учебное пособие / В. Н. Калинина, В. И. Соловьев ГУУ. — М., 2003. — 66 с.

Стаття надійшла до редакції 19.04.2013 р.