

УДК: 658.155:519.22/.25

*Б.Є. Грабовецький, О.О. Мороз,  
Т.М. Пілявоз*

## АНАЛІЗ РЕНТАБЕЛЬНОСТІ ПРОДУКЦІЇ НА ОСНОВІ ЕКОНОМІКО-СТАТИСТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ

Розглянуто і проаналізовано вплив основних елементів виробничого процесу (робочої сили, основних фондів та матеріальних ресурсів) на рентабельність реалізованої продукції на основі методу кореляції і регресії. Оцінено логічну та статистичну адекватність рівняння регресії; проведено визначення надійності статистичних характеристик рівняння і власне самого рівняння.

The influence of basic elements of production process (labour force, capital assets and financial resources) on profitability of the realized products is considered and analysed on the basis of method of correlation and regression. Logical and statistical adequacy of equalization of regression is appraised; determination of reliability of statistical descriptions of equalization is conducted and actually equalization.

Ключові слова: рентабельність, факторний аналіз, кореляційно-регресійний аналіз, метод найменших квадратів, адекватність, коефіцієнт регресії, коефіцієнт еластичності.

Успішне функціонування будь-якого підприємства в ринкових умовах можливе лише за умови досягнення певного рівня ефективності, основними показниками якої є прибуток і рентабельність [1].

Прибуток і рентабельність характеризують відповідно абсолютну і відносну ефективність діяльності підприємства.

Однак, прибуток як абсолютний показник далеко не завжди відображає рівень ефективності діяльності підприємства, оскільки він може зростати за рахунок екстенсивного використання виробничих ресурсів.

Тому для об'єктивної оцінки ефективності використання ресурсів застосовують відносну величину — рентабельність як співвідношення абсолютної величини економічного ефекту (прибутку) і вартості обсягу засобів, які використовуються для його одержання (матеріальних, трудових та інших).

Рентабельність характеризує рівень прибутковості, вона більшою мірою, ніж прибуток відображає кінцеві результати діяльності підприємства. Рентабельність дозволяє зіставити ефективність роботи різних підприємств, прибутковість різних видів продукції, діяльність окремих підприємств за різні періоди часу тощо.

У контексті вищевикладеного життя актуалізує потребу у розширенні і удосконаленні методики проведення досліджень для виявлення й оцінки резервів зростання рентабельності, що й стало метою дослідження. Серед пріоритетних напрямків такого дослідження є факторний аналіз.

Відбір факторів, що визначають величину досліджуваного показника, оцінка впливу кожного фактора на його зміну, взаємозв'язок відібраних факторів — основні етапи проведення факторного аналізу.

Нині для проведення факторного аналізу переважно використовуються ланцюгові підстановки та їх похідні (метод абсолютних та відносних різниць, індексний метод, тощо).

Незважаючи на ряд переваг (простота, наочність, функціональний зв'язок між факторами і досліджуванним показником), зазначені методичні прийоми мають і низку недоліків. Так, результати досліджень багато в чому залежать від послідовності включення факторів у «ланцюжок» розрахунків. Кількість факторів-співмножників, що знаходяться у функціональному зв'язку з результативним показником певною мірою обмежена. Прийом ланцюгових підстановок обумовлює наявність хоча б одного якісного фактора, переважно комплексного.

Не заперечуючи доцільність використання наведених вище прийомів факторного аналізу, варто водночас зазначити, що останнім часом в економічних дослідженнях для оцінки впливу окремих факторів на рівень досліджуваного показника широко застосовуються методи математичної статистики і, насамперед, кореляційний і регресійний аналіз, на основі якого виник і розвинувся апарат виробничої функції. Зазначені прийоми дозволяють усунути недоліки прийому ланцюгових підстановок та його різновидів [2 — 4].

Водночас апарат кореляційно-регресійного аналізу, на відміну від прийому ланцюгових підстановок та його різновидів, дозволяє:

- оцінити вплив не тільки кожного окремого фактора на рівень досліджуваного показника, але і їх сукупний вплив;
- побудувати прогноз досліджуваного показника за умови наявності прогнозованих значень кожного фактора.

Нижче наведена методика проведення факторного аналізу рентабельності реалізованої продукції на основі методу кореляції і регресії за даними ВАТ «Барський

машинобудівний завод» за 2003–2009 рр., яке виробляє технологічне устаткування для харчової і комбікормової промисловості.

Залежність рентабельності реалізованої продукції від відібраних на основі якісного (теоретичного) аналізу факторів апроксимувалась  $y$  поліном першого ступеня [5]:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3, \quad (1)$$

де  $y$  – рентабельність реалізованої продукції (продаж), %;  $x_1$  – продуктивність праці, розрахована на основі чистої продукції, тис. грн. на 1-го працюючого;  $x_2$  – фондвіддача, грн./грн.;  $x_3$  – матеріаловіддача, грн./грн.

Таким чином, рівняння (1) відображає взаємозв'язок між рентабельністю реалізованої продукції з показниками використання основних елементів виробничого процесу – робочої сили, основних фондів та матеріальних ресурсів. Оцінка продуктивності праці за чистою продукцією обумовлена необхідністю усунення впливу минулої праці на результати використання робочої сили.

Після визначення параметрів рівняння ( $a_0$  та  $a_i$ ) за методом найменших квадратів модель (1) набула такого вигляду:

$$y = -27,2855 + 0,0243 x_1 + 2,6907 x_2 + 17,0769 x_3. \quad (1)$$

Використанню побудованої моделі в будь-яких дослідженнях повинно передувати оцінювання логічної та статистичної адекватності рівняння регресії; визначення надійності статистичних характеристик рівняння і власне самого рівняння. Потреба логічної і статистичної адекватності впливає із єдності якісної і кількісної оцінки досліджуваного явища [6].

Під логічною адекватністю розуміється здатність побудованого рівняння адекватно, або іншими словами, об'єктивно відображати змістовну природу, сутність досліджуваних явищ. Для багатофакторних рівнянь логічна адекватність означає насамперед відповідність знаків при невідомих природі взаємозв'язках між кожним фактором і результативним показником. Додатні знаки при невідомих у рівнянні (2) теоретично цілком обґрунтовані, оскільки зростання ступеня використання ресурсів за інших рівних умов позитивно впливає на рівень рентабельності продукції.

Статистична адекватність і надійність означає відповідність рівняння установленим характеристикам, які виражаються системою статистичних показників (табл. 1).

Таблиця 1

Статистичні характеристики побудованого рівняння (2)

Назва статистичних характеристик	Умовне позначення	Величина
1. Лінійний множинний коефіцієнт кореляції	$R$	0,978
2. t-критерій Ст'юдента для коефіцієнта кореляції:		
2.1 розрахунковий	$t_{рр}$	38,54
2.2 табличний	$t_{рм}$	3,71
3. Коефіцієнт детермінації	$R^2$	0,956
4. Середнє відхилення між фактичними ( $y$ ) та розрахунковими ( $\hat{y}$ ) значеннями досліджуваного показника:		
4.1 абсолютне	$\Delta \bar{y}_{abc}$	0,179

4.2 відносне (середня помилка апроксимації), %	$\Delta \bar{Y}_{\text{відн}} (\bar{\varepsilon})$	3,856
5. F-критерій Фішера		
5.1 розрахунковий	$F_p$	11,38
5.2 табличний ( $P=0,95$ )	$F_m$	9,01
6. Критерій Дарбіна-Уотсона (d-статистика)		
6.1 розрахунковий	$d_p$	2,77
6.2 табличний ( $P=0,95$ )	$d_m$	1,75

Про статистичну адекватність побудованого рівняння свідчать: висока тіснота зв'язку між рентабельністю реалізованої продукції і факторами, що визначають її рівень ( $R = 0,978$ ); незначні середні величини абсолютного ( $\Delta \bar{Y}_{\text{абс}}$ ) та відносного ( $\Delta \bar{Y}_{\text{відн}} (\bar{\varepsilon})$ ) відхилень між фактичними ( $y_i$ ) та розрахунковими на підставі рівняння (2) значеннями досліджуваного показника ( $\bar{y}_i$ ) – рентабельності реалізованої продукції.

Оскільки  $t_{Rp} \ll t_{Rm}$ ;  $F_p \ll F_m$ ;  $d_p \ll d_m$ , то можна стверджувати, що відповідно множинний лінійний коефіцієнт кореляції та побудоване рівняння статистично значущі (надійні), а також відсутня автокореляція залишків ( $y_i - \bar{y}_i$ ).

З огляду на вищевикладене можна зробити висновок про те, що як рівняння, так і окремі статистичні характеристики відповідають встановленим вимогам, а, звідси, модель може бути використана для подальших досліджень.

Значення коефіцієнта детермінації ( $R^2 = 0,956$ ) дозволяє стверджувати, що включені у рівняння (2) фактори на 95,6 % обумовлюють рівень рентабельності продукції і лише 4,4 % – це дія неврахованих факторів.

Значні аналітичні можливості містяться у параметрах рівняння, значення яких наведені у табл. 2.

Таблиця 2

## Параметри рівняння регресії

Назва параметрів	Умовне позначення	Величина		
		$x_1$	$x_2$	$x_3$
1. Коефіцієнти регресії	$a_i$	0,0243	2,6907	17,0769
2. Коефіцієнти еластичності:				
2.1 розраховані за методикою	$E_i$	0,1024	0,7117	6,0031
2.2 скореговані	$E'_i$	0,0048	0,0334	0,2816
3. $\beta$ -коефіцієнт	$\beta_i$	0,2004	55,6894	346,9085

Коефіцієнти регресії ( $a_i$ ) показують, на скільки одиниць зміниться результативний показник (рентабельність продукції) при зміні певного фактора ( $x_i$ ) на одну одиницю (у прийнятих у рівнянні одиницях вимірювання) за умови фіксованого значення (незмінності) решти включених у досліджуване рівняння факторів (правило елімінації).

Так, за незмінних значень інших факторів зі зростанням (зниженням) виробітку чистої продукції на одного працюючого на 1 тис. грн., рентабельність реалізованої продукції підвищиться (знизиться) на 0,0243 %; зі зростанням (зниженням) фондодовіддачі на одну одиницю рентабельність реалізованої продукції зросте (знизиться)

на 2,6907 %; нарешті, підвищення (зниження) матеріаловіддачі на одну одиницю сприятиме зростанню (зниженню) рентабельності реалізованої продукції на 17,0769 %. Остання величина на перший погляд, видається занадто великою. Однак це пояснюється такими обставинами:

1) питома вага матеріальних витрат у загальних витратах на реалізовану продукцію за досліджуваний період знаходиться в інтервалі 58,39 % у базисному 2003 р. і 65,06 % у останньому 2009 р.;

2) середня величина матеріаловіддачі за досліджуваний період становить 1,6489 грн./грн., тобто зростання матеріаловіддачі на одну одиницю практично неможливе. Тому мова може йти лише про інші співвідношення. Так, якщо розрахувати обсяг реалізованої продукції в тоннах, а матеріальні витрати у кг, то коефіцієнт регресії становитиме 0,0171 %.

На відміну від коефіцієнта регресії ( $a_i$ ), який встановлює абсолютні співвідношення між факторами ( $x_i$ ) та досліджуваним показником ( $y$ ), коефіцієнт еластичності ( $E_i$ ) відображає відносні співвідношення. Коефіцієнт еластичності показує, на скільки процентів зміниться результативний показник зі зміною певного фактора на 1 % за фіксованого значення інших факторів.

Однак, враховуючи, що результативний показник – рентабельність реалізованої продукції оцінюється у %, розраховані за стандартними формулами показники еластичності ( $E_i$ ) для таких випадків не мають економічного змісту, що врешті потребує певних корегувань [7].

Скореговане значення коефіцієнта еластичності можна розрахувати за такою формулою:

$$E'_i = \bar{y} \cdot E_i / 100. \quad (3)$$

Згідно з формулою (3):

$$E'_1 = \frac{4,6904 \cdot 0,1024}{100} = 0,0048 \%;$$

$$E'_2 = \frac{4,6904 \cdot 0,7117}{100} = 0,0334 \%;$$

$$E'_3 = \frac{4,6904 \cdot 6,0031}{100} = 0,2816 \%.$$

Таким чином, за інших рівних умов послідовне збільшення (зменшення) продуктивності праці на 1 % сприятиме зростанню (зниженню) рентабельності продажу на 0,0048 %; зміна фондівіддачі на 1 % призведе до зміни рентабельності продажу на 0,0334 %; нарешті зміна матеріаловіддачі на 1 % призведе до зміни рентабельності продажу на 0,2816 %.

□ коефіцієнт не має конкретного економічного змісту. Однак там, де його значення максимальне, у відповідному факторі закладені найбільші резерви зростання досліджуваного показника – рентабельності реалізованої продукції. Таким, як і очікувалось, є фактор матеріаловіддачі.

Винятковий пізнавальний інтерес має оцінка загальної зміни рентабельності продажу за досліджуваний період в цілому, у тому числі за рахунок змін окремих факторів рівняння (2).

З цієї метою можна скористатись формулою:

$$\Delta y_{x_i} = a_i \cdot (x_{in} - x_{i0}), \quad (4)$$

де  $n, 0$  – це позначення певного фактора відповідно у останньому та першому роках досліджуваного періоду, зокрема, 2009 р. та 2003 р.

Загальна зміна рентабельності продажу у 2009 р. у порівнянні з 2003 р. на підставі розрахункових даних становить:

$$\Delta y = y_n - y_0 = 3,478 - 3,888 = - 0,41 \%$$

У тому числі під впливом змін (залежність 4):

— продуктивності праці:

$$\Delta y_{x1} = 0,0243 (29,027 - 7,818) = 0,515 \%;$$

— фондівіддачі:

$$\Delta y_{x2} = 2,6907 (1,550 - 0,599) = 2,559 \%;$$

— матеріалівіддачі:

$$\Delta y_{x3} = 17,0769 (1,516 - 1,720) = - 3,484 \%.$$

Загальний вплив всіх факторів на зміну рентабельності продажу становить:

$$\Delta y = \Delta y_{x1} + \Delta y_{x2} + \Delta y_{x3} = 0,515 + 2,559 + (-3,484) = - 0,41 \%$$

Отже, загальна зміна рентабельності продажу дорівнює сумі змін під впливом окремих факторів.

Варто зазначити, що проведені вище дослідження не обмежувалися застосуванням лише методів кореляції і регресії; застосовувався також апарат виробничих функцій, який виник, розвинувся і вдосконалився на основі дослідження кореляції і регресії [6].

Аналіз результатів розрахунків свідчить, що зниження рентабельності продажу у звітному періоді (2009 р.) у порівнянні з базисним (2003 р.) обумовлене лише падінням матеріалівіддачі, чинника, який у найбільшій мірі впливає на рівень досліджуваного показника. Що ж стосується інших факторів, то і фондівіддача, і продуктивність праці позитивно вплинули на зміну рентабельності продажу.

1. *Ловінська Л.Г.* Концепція фінансового результату у системі бухгалтерського обліку // *Фінанси України*. – 2003. – № 11. – С. 58 – 62.
2. *Крастинь О.П.* Применение регрессионного анализа в исследованиях экономики сельского хозяйства. – Рига: Зинатне, 1975. – 250 с.
3. *Френкель А.А.* Прогнозирование производительности труда: методы и модели. – 2-е изд., доп. и перераб. – М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2007. – 221 с.
4. *Савицкая Г.В.* Анализ взаимосвязи хозяйственной деятельности предприятия. – М.: Финансы, 1970. – 80 с.
5. *Аметов Р.* Виробнича функція в економічному зростанні // *Економіка України*, 2003. – № 12. – С. 40–45.
6. *Грабовецкий Б.Е.* Об оценке адекватности уравнения регрессии // *Вестник статистики*, 1976. – № 5. – с. 53–57.
7. *Ермилов А.П.* Макроэкономическое прогнозирование в США. – Новосибирск: Наука, 1987. – 271 с.