

УДК [621:658]:519.876.2(477)

Чернявська І. М.

УПРАВЛІННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНИМИ ЗМІНАМИ НА ПІДПРИЄМСТВІ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

При вивченні ймовірнісних залежностей використовується один із найбільш поширених методів опрацювання даних – метод регресійного аналізу. Він складається з визначення загального вигляду рівняння регресії, побудови статистичних оцінок невідомих параметрів, що входять у рівняння регресії та перевірки статистичних гіпотез про регресію [1, 2].

Математична модель кореляційно-регресійного аналізу є методом дослідження залежності однієї залежної змінної від однієї або декількох незалежних змінних з метою оцінювання і/або прогнозування величини залежної змінної. Важливо не тільки вказати загальну тенденцію зміни залежної змінної, але й з'ясувати, якою була б дія на залежну змінну головних факторів, якби інші (другорядні, побічні) фактори не змінювалися б (знаходилися б на одному і тому ж середньому рівні), і якщо були б виключені випадкові елементи. Така система факторів дозволяє побудувати багатфакторну регресійну модель, визначити ступінь впливу кожного факторного показника на залежну змінну в цілому, з метою виявлення найбільш значущих з них та можливого зменшення їх кількості.

У попередньому дослідженні виділено десять функціональних областей, які представлені наступними елементами (факторами): система організації виробництва, система управління, організаційна структура управління, персонал підприємства, маркетинг, НДОКР, постачання, збут, фінансово-інвестиційна діяльність, облік. Розрахунки проводились за даними діяльності підприємства у 2007–2012 рр. Комплексний аналіз дозволив продіагностувати існуючий стан відповідної області, оцінити необхідний (продиктований чинниками зовнішнього середовища) стан, виявити сутність і ступінь разузгодження й визначити напрямки організаційних змін з метою приведення їх у відповідність з вимогами теперішнього моменту [3, 4].

Аналіз парних коефіцієнтів кореляції, розрахованих для факторних показників 2007–2012 рр., вказав на наявність колінеарних факторних ознак. З метою усунення явища мультиколінеарності було застосовано комбінований метод, який складався з перетворення та послідовного вилучення змінних. Таким чином, для побудови регресійної моделі управлінської оцінки економічної ефективності організаційних змін на підприємстві, а саме залежності загальної рентабельності від факторів (елементів) функціональних областей, було одержано один (сумарний) фактор (коефіцієнт ефективності організаційних змін) [5].

Метою даної статті є побудова регресійної моделі управлінської оцінки економічної ефективності організаційних змін на підприємстві, а саме залежності загальної рентабельності від коефіцієнту ефективності організаційних змін.

Виклад основного матеріалу. При побудові економетричних моделей найважливішим завданням є знаходження аналітичної залежності результативної ознаки – загальної рентабельності від фактору, який її визначає, а саме коефіцієнту економічної ефективності системи організаційних змін. Визначення виду функції починаємо з побудови різних моделей та аналізу коефіцієнту детермінації R^2 . Аналізуючи кореляційне поле можна стверджувати, що залежність є нелінійною, так як дані мають області спадання та зростання. Вочевидь, що монотонні залежності такі як логарифмічна та показникова не можуть адекватно описати ці дані. Застосування методу найменших квадратів дозволяє отримати моделі різних видів. Графічне зображення отриманих моделей представимо на рис. 1. Рівняння регресії із зазначенням їх коефіцієнтів детермінації зведемо в табл. 1.

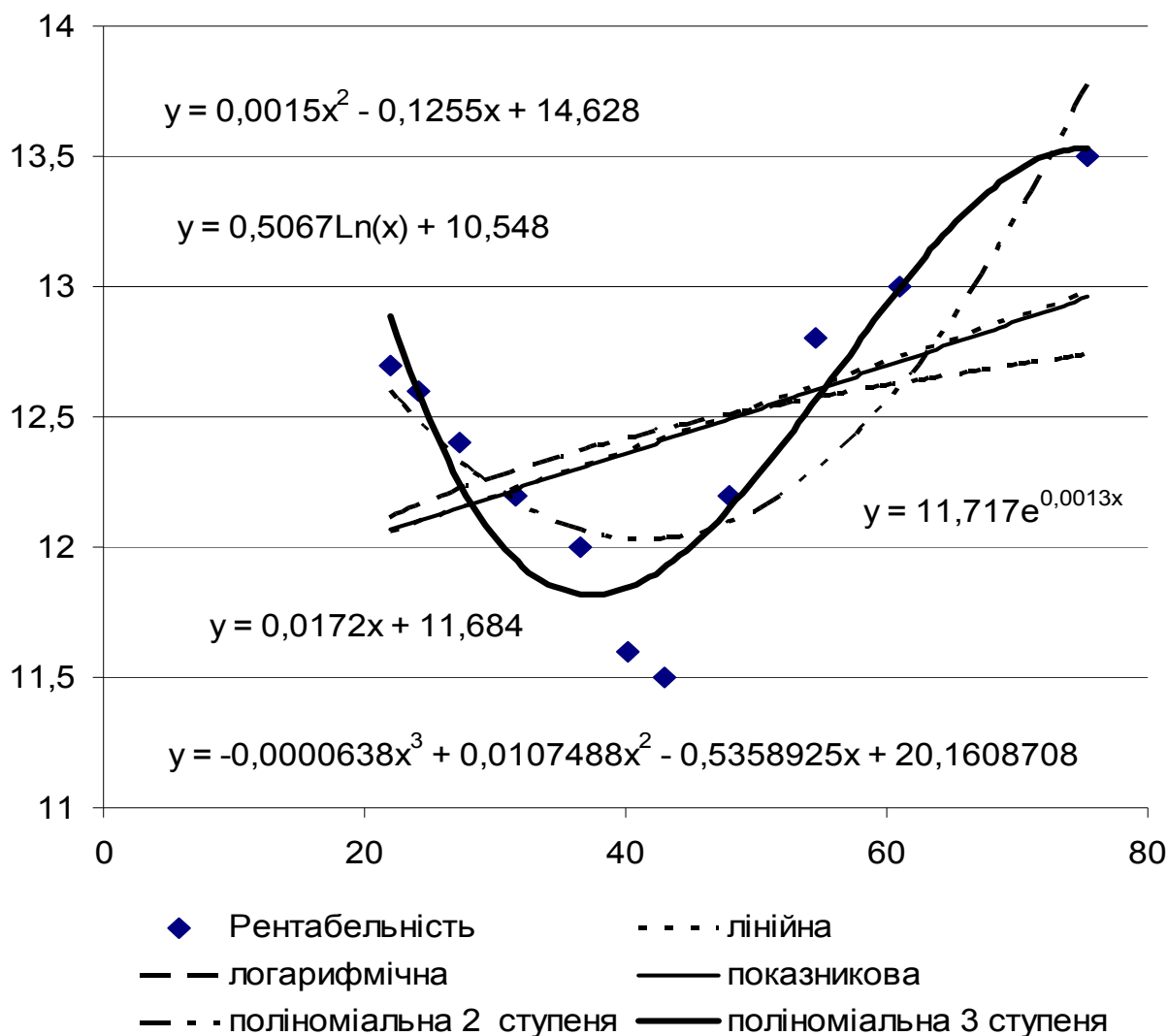


Рис. 1. Графічне зображення залежності загальної рентабельності від коефіцієнту ефективності організаційних змін

Таблиця 1

Регресійні моделі залежності загальної рентабельності від коефіцієнта ефективності організаційних змін

| Номер моделі | Математична залежність | R^2 |
|--------------|---|--------|
| 1 | $Y = 11,717e^{0,0013X}$ | 0,2135 |
| 2 | $Y = 0,5067\ln X + 10,548$ | 0,1108 |
| 3 | $Y = 0,0172X + 11,684$ | 0,2291 |
| 4 | $Y = 0,0015X^2 - 0,1255X + 14,628$ | 0,7174 |
| 5 | $Y = 0,000064X^3 + 0,010749X^2 - 0,535893X + 20,160871$ | 0,8722 |

З рис. 1 та табл. 1 видно, що найкраще наближає до первісних даних кубічна парабола (модель 5).

Проведемо дослідження обраного рівняння регресії. Корисною мірою ступеня відповідності даних $\{\hat{Y}_i, i = \overline{1, n}\}$, отриманих з регресійної моделі, фактичним даним $\{Y_i, i = \overline{1, n}\}$ є коефіцієнт множинної кореляції R . Квадрат коефіцієнта множинної кореляції є коефіцієнтом детермінації R^2 . Для моделі коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,8722$. Це показує, що побудована модель на 87 % пояснює варіацію результативної ознаки (загальної рентабельності). Для перевірки моделі на адекватність, доцільно застосувати критерій Фішера при рівні помилок $\alpha = 0,05 (5\%)$ [2, 6, 7]:

$$F = \frac{(n-m-1) \cdot \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{m \cdot \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}, \quad (1)$$

де n – кількість спостережень ($n = 11$);

m – кількість незалежних змінних ($m = 1$);

\bar{Y} – середнє значення.

Середнє значення (\bar{Y}) визначимо за формулою:

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n}. \quad (2)$$

Визначивши середнє значення (\bar{Y}) за формулою (2), а також квадрати відхилень фактичних даних від даних моделі та даних моделі від середнього значення одержимо наступні значення:

$$\bar{Y} = 42,16; \quad \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 = 3,549; \quad \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 = 3,0596.$$

За формулою (1) знаходимо розрахункове значення F -критерію, яке дорівнює $F_{розр.} = 7,96$. Критичне значення критерію при рівні помилок у 5 % знаходимо за таблицею розподілу Фішера, або використовуючи вбудовану функцію електронних таблиць MSExcel ФРАСПОБР ($\alpha; k_1; k_2$), де $\alpha = 0,05; k_1 = m = 1; k_2 = n - m - 1 = 9$. Одержаний результат $F_{розр.} = 7,96$ перевершує його табличну величину $F_{кр} = 5,12$, тоді з достовірністю 95 % можна стверджувати, що модель адекватна даним. Це дозволяє використовувати її для аналізу економічного процесу та прогнозування.

Оцінка умовного прогнозного найбільш вірогідного значення змінної Y при заданих (проектованих) величинах фактору-аргументу X_i , здійснюється підстановкою величин незалежної змінної (фактору) у рівняння регресії. Знайдене таким чином значення є точковим прогнозом величини Y . З огляду на те, що модель має похибки, доцільно використовувати інтервальне прогнозування, наряду із точковим. Для прогнозування значень доцільно побудувати довірчі інтервали $(Y_{np.} - \Delta Y; Y_{np.} + \Delta Y)$. Коефіцієнти моделі a_1, a_2, a_3 розподілені за нормальним законом розподілу з відповідним математичним сподіванням та дисперсією.

Встановлені значення коефіцієнтів вибіркової моделі є оцінками параметрів узагальненої регресійної моделі. Знайдемо інтервали довіри для параметрів узагальненої моделі, тобто інтервали, у які із заданою імовірністю потрапляють їхні значення.

Надійні зони для базисних даних Y_i ($i=0, 1$) при числі ступенів вільності k та рівні значущості α знаходимо використовуючи наступне співвідношення:

$$\hat{Y}_i - \Delta Y_i < Y_i < \hat{Y}_i + \Delta Y_i. \quad (3)$$

Межі надійних інтервалів індивідуальних прогнозованих значень визначаємо за формулою [1]:

$$\Delta Y_i = t_{\alpha, k} \cdot \sigma_\varepsilon \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(X_i - \bar{X})^2}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}}, \quad (4)$$

де $t_{\alpha, k}$ – параметр розподілу Ст'юдента.

Параметр розподілу Ст'юдента знаходимо використовуючи функцію електронних таблиць MSExcel СТЮДРАСПОБР, яка визначається за двома параметрами $\alpha = 1 - p$, $k = n - 2$. $t_{\alpha, k} = 2,26$.

Квадрати відхилень параметра $t_{\alpha, k}$ від свого середнього значення визначаємо за формулою:

$$\sigma_\varepsilon = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n - 2}}. \quad (5)$$

Середні значення, квадрати відхилень параметра $t_{\alpha, k}$ від свого середнього значення та їх сума дорівнюють:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = 45,31, \quad \sigma_\varepsilon = \sqrt{\frac{0,4539}{9}} = 0,2246, \quad \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 = 2856,538.$$

Використовуючи формули (1)–(5) маємо можливість знайти прогнозне значення загальної рентабельності. Припустимо, що коефіцієнт ефективності організаційних змін на підприємстві дорівнює 80, тоді: прогнозне значення загальної рентабельності дорівнює $\hat{Y}_i = 13,42$, критичне значення t -статистики Ст'юдента $t_{\alpha, k} = 2,26$, середнє квадратичне значення відхилень $\sigma_\varepsilon = 0,22$, надійний інтервал прогнозованих значень $\Delta Y_i = 0,73$, нижнє значення загальної рентабельності $\hat{Y}_i - \Delta Y_i = 12,68$, верхнє значення загальної рентабельності $\hat{Y}_i + \Delta Y = 14,15$, що означає $12,68 < 13,42 < 14,15$.

Побудову довірчої зони кривої регресії представимо в табл. 2 та на рис. 2, виведення результатів розрахунків представимо в табл. 3.

Розрахунок довірчої зони рівняння регресії по значенням коефіцієнту ефективності організаційних змін та загальної рентабельності

| Коефіцієнт ефективності | Загальна рентабельність | Розраховане значення рентабельності | Відхилення моделі від статистичних даних | Квадрати відхилень моделі від статистичних даних | Відхилення рентабельності від середнього | Відхилення розрахованої рентабельності від середнього | Квадрати відхилень рентабельності від середнього | Квадрати відхилень розрахованої рентабельності від середнього | Квадрат різниці | Надійні інтервали прогнозованих значень | Довірчі межі кривої регресії | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------------------|--|--|--|---|--|---|---------------------|---|------------------------------|------------------------|
| X_i | Y_i | \hat{Y}_i | $Y_i - \hat{Y}_i$ | $(Y_i - \hat{Y}_i)^2$ | $Y_i - \bar{Y}$ | $\hat{Y}_i - \bar{Y}$ | $(Y_i - \bar{Y})^2$ | $(\hat{Y}_i - \bar{Y})^2$ | $(X_i - \bar{X})^2$ | ΔY_i | $\hat{Y}_i - \Delta Y_i$ | $\hat{Y}_i + \Delta Y$ |
| 22,05 | 12,7 | 12,89 | -0,187 | 0,0348 | 0,2909 | 0,3972 | 0,0846 | 0,1578 | 541,03 | 0,5748 | 12,31 | 13,46 |
| 24,14 | 12,6 | 12,59 | 0,009 | 0,0001 | 0,1909 | 0,1013 | 0,0364 | 0,0103 | 448,17 | 0,5675 | 12,02 | 13,16 |
| 27,31 | 12,4 | 12,24 | 0,157 | 0,0247 | -0,0091 | -0,2464 | 0,0001 | 0,0607 | 324,00 | 0,5575 | 11,69 | 12,80 |
| 31,59 | 12,2 | 11,95 | 0,253 | 0,0639 | -0,2091 | -0,5421 | 0,0437 | 0,2938 | 188,24 | 0,5464 | 11,40 | 12,49 |
| 36,49 | 12 | 11,82 | 0,181 | 0,0329 | -0,4091 | -0,6708 | 0,1674 | 0,4500 | 77,79 | 0,5372 | 11,28 | 12,36 |
| 40,14 | 11,6 | 11,84 | -0,243 | 0,0589 | -0,8091 | -0,6467 | 0,6546 | 0,4183 | 26,73 | 0,5329 | 11,31 | 12,38 |
| 43,04 | 11,5 | 11,92 | -0,421 | 0,1771 | -0,9091 | -0,5685 | 0,8264 | 0,3232 | 5,15 | 0,5310 | 11,39 | 12,45 |
| 47,95 | 12,2 | 12,14 | 0,055 | 0,0031 | -0,2091 | -0,3446 | 0,0437 | 0,1187 | 6,97 | 0,5312 | 11,61 | 12,68 |
| 54,58 | 12,8 | 12,56 | 0,241 | 0,0581 | 0,3909 | 0,0695 | 0,1528 | 0,0048 | 85,93 | 0,5379 | 12,02 | 13,10 |
| 61,03 | 13 | 12,99 | 0,012 | 0,0001 | 0,5909 | 0,4989 | 0,3492 | 0,2489 | 247,12 | 0,5512 | 12,44 | 13,54 |
| 75,4 | 13,5 | 13,51 | -0,015 | 0,0002 | 1,0909 | 1,0253 | 1,1901 | 1,0512 | 905,41 | 0,6028 | 12,91 | 14,12 |

Таблиця 3

Виведення результатів розрахунків

| | | |
|--|------------------------|-------|
| Середнє значення параметру | \bar{X} | 45,31 |
| Розрахункове значення F -критерію | $F_{розр.}$ | 7,96 |
| Критичне значення F -критерію | $F_{кр.}$ | 5,12 |
| Параметр розподілу Ст'юдента | $t_{\alpha, k}$ | 2,26 |
| Середнє квадратичне значення відхилень | σ_{ε} | 0,22 |

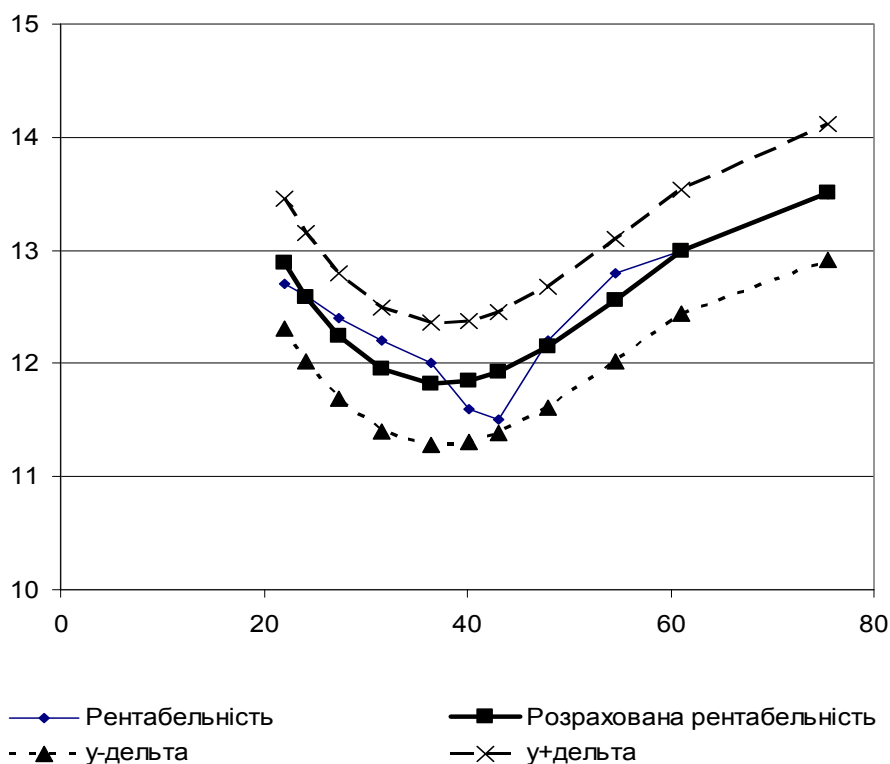


Рис. 2. Крива регресії та її довірчий інтервал

ВИСНОВКИ

В результаті проведеного аналізу динаміки показників побудована регресійна модель ефективності управління підприємством. Одержана регресійно-факторна модель з високою мірою достовірності може бути використана для управлінської оцінки та прогнозування економічної ефективності організаційних змін на підприємстві як на окремих структурних підрозділах, так і у цілому по підприємству. Таким чином, практичне використання регресійно-факторного аналізу надасть можливість вводити удосконалення системи організаційних змін в межах єдиної моделі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Магнус Я. Р. Эконометрика / Я. Р. Магнус, П. К. Катъшев, А. А. Пересецкий. – М. : Дело, 1997. – 248 с.
2. Гинтнер Г. Введение в эконометрию / Г. Гинтнер. – М. : Статистика, 1964. – 457 с.
3. Македон В. В. Комплексність забезпечення організаційних змін на сучасному підприємстві / В. В. Македон, І. М. Чернявська // Формування ефективних механізмів господарювання в умовах сучасної економіки : теорія і практика : міжнар. наук.-практ. конф., 17–18 листоп. 2012 : тези доповід. у 2 ч. – Запоріжжя : КПУ, 2011. – Ч. 1. – С. 211–214.
4. Чернявська І. М. Побудова математичної моделі для управлінської оцінки економічної ефективності організаційних змін на підприємстві / І. М. Чернявська // Проблеми управління соціально-економічним розвитком України : всеукраїнська наук.-практ. конф., 27 квітня 2012 р. : тези доп. – Х. : ВБ «Фактор», 2012. – С. 2113–2116.
5. Чернявська І. М. Дослідження показників ефективності управлінської діяльності підприємства математичними методами / І. М. Чернявська // Бізнес-навігатор. – Херсон, 2012. – Вип. 28. – С. 209–218.
6. Джонсон Дж. Эконометрические методы / Д. Джонсон. – М. : Статистика, 1980. – 437 с.
7. Щекин Г. В. Законы организации / Г. В. Щекин // Персонал. – 2005. – № 11. – С. 64–68.

Стаття надійшла до редакції 22.05.2012 р.