

УДК 338.43:330.14:330.43

І.М. Назаренко, здобувач, А.О. Курило, ст. викл.

Сумський національний аграрний університет

Використання багатофакторної лінійно-регресійної моделі в управлінні капіталом сільськогосподарських підприємств

У статті розглянуто практичне застосування багатофакторної лінійно-регресійної моделі в управлінні капіталом сільськогосподарських підприємств Сумської області та залежності його від величини доходу від реалізації продукції, робіт і послуг, необоротного капіталу, фінансових результатів діяльності та розміру землекористування. І таким чином, маємо повне право прогнозувати зміну обсягів результативного показника залежно від зміни пояснюючих факторів на основі побудованої нами багатофакторної регресійної моделі.

регресія, метод найменших квадратів, багатофакторна лінійна модель, коефіцієнт детермінації, критерій Фішера

Вступ. В сучасних умовах господарювання питання ефективності використання капіталу набуває великого значення, оскільки значною мірою впливає на результат господарської діяльності підприємства, його конкурентоспроможність та пристосованість до ринкових умов господарювання. Тому дослідження процесу управління капіталом агропідприємств викликає необхідність в досконалому вивченні.

Аналіз останніх досліджень. Питання управління капіталом підприємств досліджуються тривалий час і активну участь у наукових розробках приймають Баліцька В.В., Канцуров О.О., Капля І.В., Квасницька Р., Лелюк О.О., Музиченко А.О., Поливана Т.М., Слав'юк Р.А., Сопко В.В., Стецюк Л.С., Філіна Г.І.

Результати проведеного дослідження. На підставі даних фінансової (форма 1 «Баланс», форма 2 «Звіт про фінансові результати», форма 4 «Звіт про власний капітал») та статистичної звітності (форма 50 – с. – г. «Основні економічні показники діяльності підприємства») були проведені дослідження. Адже, кожна форма фінансової звітності надає інформацію про різні аспекти діяльності підприємства, доповнюючи одна одну, вони дозволяють подивитись на бізнес із різних точок зору і разом з тим – формують цілісну уяву про нього. Сіріл Паркінсон стверджував, коли йдеться про бізнес, про успіх або невдачу можна дізнатися, заглянувши в балансовий звіт [2].

Зокрема, було обрано 335 аграрних підприємств з 18 районів Сумської області, які спеціалізуються на виробництві сільськогосподарської продукції.

Характерною особливістю діяльності підприємств даної галузі є те, що для них притаманний сезонний характер виробництва. І відповідно в певні періоди відбувається нагромадження коштів на рахунках в банку, а в інші періоди спостерігається дефіцит коштів для забезпечення фінансово – господарської діяльності.

За основу для групування було взято розмір капіталу підприємства (підсумок пасиву форми 1 «Баланс»), оскільки діяльність будь – якого суб'єкту господарювання фінансується одночасно з декількох джерел (власних, позикових та залучених), кожні з яких мають власні переваги та недоліки.

Для дослідження нами було використано показники звітності сільськогосподарських підприємств за 2007 рік, оскільки за цей звітний період фінансові результати даних господарюючих суб'єктів були найбільш оптимальними (було досліджено період з 2000 по 2008 роки).

Відповідно до проведеного аналізу на підставі показників фінансової звітності за 2007 рік були виділені наступні групи підприємств за розміром капіталу:

- перша група – розмір капіталу підприємства до 100 тис. грн.;
- друга група - розмір капіталу підприємства від 101 тис. грн. до 1000 тис. грн.;
- третя група - розмір капіталу підприємства від 1001 тис. грн. до 10000 тис. грн.;
- четверта група - розмір капіталу підприємства від 10001 тис. грн. до 20000 тис. грн.;
- п'ята група - розмір капіталу підприємства від 20001 тис. грн. до 30000 тис. грн.;
- шоста група - розмір капіталу підприємства понад 30000 тис. грн.

Враховуючи раніше проведені дослідження, доречно відмітити, що найбільш ліквідними і платоспроможними виступають підприємства з розміром капіталу від 10001 до 20000 тис. грн., а найгірші показники рентабельності, платоспроможності, фінансової стійкості, ділової активності у підприємств з розміром капіталу до 100 тис. грн., оскільки діяльність підприємств даної групи здійснювалась з великими розмірами витрат при незначних доходах і відповідно, сума збитку перебиває весь власний капітал.

В даний час для вивчення економічних процесів широко використовуються методи моделювання і кількісного аналізу. На базі реальних статистичних даних будуються, аналізуються та удосконалюються економіко-математичні моделі, що дозволяє знайти кількісне підтвердження чи спростування того чи іншого економічного закону або гіпотези. Одним з найважливіших напрямків дослідження є побудова прогнозів для різних економічних показників.

Предметом дослідження є теоретичні, правові та практичні аспекти економічного механізму формування та управління капіталом сільськогосподарських підприємств.

Об'єктом дослідження є капітал сільськогосподарських підприємств Сумської області.

В процесі вивчення фактів дійсності перед нами постали такі основні задачі:

- побудова економетричної моделі, тобто представлення економічної моделі у математичній формі, зручної для проведення емпіричного аналізу – етап специфікації;
- оцінка параметрів побудованої моделі, що роблять обрану модель найбільш адекватною реальним даним – етап параметризації;
- перевірка якості знайдених параметрів моделі і самої моделі в цілому – етап верифікації;
- використання побудованої моделі для пояснення поведінки досліджуваних економічних показників, прогнозування.

Наслідки статистичних досліджень, часто кладуть початок наступним застосуванням в різних галузях наукових і практичних проблем з кінцевою метою розробки обґрунтованих прогнозів і прийняття відповідних рішень економічного характеру. В загальних рисах подібна ситуація може скластись і в інших обставинах, коли дослідник з якихось міркувань має підстави вважати, що між двома (декількома) величинами існує лінійна залежність (між площею землекористування та розміром капіталу, розміром капіталовкладень та прибутком від виробництва та ін.), але вона, завдяки різноманітним випадковим впливам, має скоріше характер тенденції, ніж точного функціонального зв'язку. Цілком природно ставити задачу про встановлення числових параметрів підозрюваної тенденції, виходячи знову ж таки зі спостережень за значеннями керованої (невипадкової) змінної (дохід (виручка) від реалізації продукції, робіт, послуг; необоротний капітал; фінансовий результат діяльності, прибуток (збиток); площа землекористування) та значеннями змінної-наслідку, створеними адитивної випадковим впливом.

Теоретичне лінійне рівняння регресії має вигляд:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_m X_m + \varepsilon \quad (1)$$

для індивідуальних спостережень $i, i = 1, 2, \dots, n$:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_m x_{im} + \varepsilon_i, \quad (2)$$

де $X = (X_1, X_2, \dots, X_m)$ – вектор незалежних (пояснюючих) змінних;

ε – випадкове відхилення;

Y – залежна (пояснювана) змінна;

$\beta = (\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_m)$ – вектор невідомих параметрів;

β_j ($j = 1, 2, \dots, m$) – теоретичний коефіцієнт регресії, що характеризує чутливість величини Y до змін X_j .

Іншими словами, він відбиває вплив на умовне математичне сподівання $M(Y | x_1, x_2, \dots, x_m)$ залежної змінної Y незалежної змінної X_j за умови, що всі інші залежні змінні моделі залишаються постійними. β_0 – визначає значення Y у випадку, якщо всі незалежні змінні X_j дорівнюють нулю.

Як і у випадку парної регресії, справжні значення параметрів β_j визначити неможливо. У цьому випадку замість теоретичного рівняння регресії оцінюється так зване емпіричне рівняння регресії:

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_m X_m + e, \quad (3)$$

де b_0, b_1, \dots, b_m – оцінки теоретичних значень β_j ($j = 1, 2, \dots, m$) коефіцієнтів регресії (емпіричні коефіцієнти регресії);

e – оцінка відхилення ε .

Для індивідуальних спостережень маємо:

$$y_i = b_0 + b_1 x_{i1} + b_2 x_{i2} + \dots + b_m x_{im} + e_i. \quad (4)$$

Невідомі параметри знаходять методом найменших квадратів, мінімізуючи суму квадратів відхилень фактичних даних від теоретичних:

$$\sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - (b_0 + \sum_{j=1}^m b_j x_{ij}))^2 \rightarrow \min, \quad (n > m + 1). \quad (5)$$

Прирівнявши до нуля частинні похідні першого порядку від функції (5) за параметрами одержують систему лінійних рівнянь.

Визначимо параметри лінійної моделі залежності розміру капіталу 4 групи сільськогосподарських підприємств Сумської області (y) від розміру доходу (виручки) від реалізації продукції, робіт, послуг (x_1), необоротного капіталу (x_2), фінансових результатів діяльності прибутку (збитку) (x_3), та розміру землекористування (x_4):

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_4 x_4 + e, \quad (6)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} nb_0 + b_1 \sum_{i=1}^n x_{1i} + b_2 \sum_{i=1}^n x_{2i} + b_3 \sum_{i=1}^n x_{3i} + b_4 \sum_{i=1}^n x_{4i} = \sum_{i=1}^n y_i \\ b_0 \sum_{i=1}^n x_{1i} + b_1 \sum_{i=1}^n x_{1i}^2 + b_2 \sum_{i=1}^n x_{1i} x_{2i} + b_3 \sum_{i=1}^n x_{1i} x_{3i} + b_4 \sum_{i=1}^n x_{1i} x_{4i} = \sum_{i=1}^n x_{1i} y_i \\ b_0 \sum_{i=1}^n x_{2i} + b_1 \sum_{i=1}^n x_{1i} x_{2i} + b_2 \sum_{i=1}^n x_{2i}^2 + b_3 \sum_{i=1}^n x_{2i} x_{3i} + b_4 \sum_{i=1}^n x_{2i} x_{4i} = \sum_{i=1}^n x_{2i} y_i \\ b_0 \sum_{i=1}^n x_{3i} + b_1 \sum_{i=1}^n x_{1i} x_{3i} + b_2 \sum_{i=1}^n x_{2i} x_{3i} + b_3 \sum_{i=1}^n x_{3i}^2 + b_4 \sum_{i=1}^n x_{3i} x_{4i} = \sum_{i=1}^n x_{3i} y_i \\ b_0 \sum_{i=1}^n x_{4i} + b_1 \sum_{i=1}^n x_{1i} x_{4i} + b_2 \sum_{i=1}^n x_{2i} x_{4i} + b_3 \sum_{i=1}^n x_{3i} x_{4i} + b_4 \sum_{i=1}^n x_{4i}^2 = \sum_{i=1}^n x_{4i} y_i \end{array} \right. \quad (7)$$

Таблиця 1 - Вхідні дані для розрахунку впливу факторів на розмір капіталу четвертої групи сільськогосподарських підприємств Сумської області

i	Y_i Розмір пасиву (капіталу) сільськогосподарських підприємств, тис. грн.	X_1 Дохід (виручка) від реалізації продукції, робіт, послуг, тис. грн.	X_2 Необоротний капітал, тис. грн.	X_3 Фінансовий результат діяльності, прибуток (збиток), тис. грн.	X_4 Розмір землекористування, га
1	10280,9	8864,7	4913,5	1110,2	2600,0
2	10329,3	4925,4	4853,5	590,8	1400,0
3	10435,8	7461,3	6812,6	149,0	3700,0
4	10439,9	6615,8	7391,7	42,9	200,0
5	10621,6	2345,6	7141,1	55,2	1300,0
6	10738,0	8784,6	5288,0	51,4	800,0
7	11292,7	5067,5	5958,4	746,8	3900,0
8	11297,1	2354,9	6883,6	11,6	3600,0
9	11570,0	6363,3	6065,0	1071,2	4200,0
10	11782,0	81,4	4807,2	-752,6	5000,0
11	12123,3	5406,9	6890,1	990,8	1500,0
12	12219,1	6373,6	1760,6	2879,5	3400,0
13	12615,9	6527,7	6098,4	1613,3	3100,0
14	12741,9	5175,8	7255,4	943,0	3000,0
15	12765,0	834,0	7123,0	-1195,0	5900,0
16	13020,8	10745,7	3344,4	5390,6	4500,0
17	13690,0	3654,0	9532,0	910,0	1800,0
18	13743,6	4322,4	5954,2	2740,0	3900,0
19	14083,7	7789,3	7740,9	478,5	5200,0
20	14162,0	16363,5	1660,9	-997,3	8500,0
21	14402,0	8331,6	6142,0	2249,6	5200,0
22	14585,5	13709,0	1337,3	4588,1	5500,0
23	14820,0	9663,4	6472,9	3776,5	3300,0
24	15447,4	3764,4	8063,5	2312,8	6000,0
25	15467,2	13250,9	6163,7	2585,0	9400,0
26	15638,5	18182,4	6370,8	3564,5	2400,0
27	15979,2	9945,0	9111,3	3226,0	2800,0
28	16002,0	7251,0	7798,2	1050,2	3500,0
29	16017,5	4289,8	12599,9	2131,8	2200,0
30	16578,4	9953,0	9454,5	1628,5	4900,0
31	16605,2	9104,1	16062,1	-39,7	1100,0
32	16722,0	12673,3	6909,0	3184,0	5400,0
33	17539,5	14309,5	5247,1	6213,9	4600,0
34	18858,1	11831,3	7483,8	1718,8	4400,0
35	19211,0	12317,2	2135,0	2712,6	14600,0
36	19229,6	19777,4	6392,9	4903,7	4300,0
37	19563,1	7755,9	12163,8	2365,6	6800,0
Всього	522618,8	306166,6	247382,3	65001,8	153900,0

на підставі даних 37 спостережень, наведених у перших 5 стовпцях табл. 1. Коефіцієнти рівняння (7) визначаються з системи рівнянь.

Систему рівнянь (7) запишемо в матричній формі:

$$ZB=C, \tag{8}$$

де Z - матриця коефіцієнтів при невідомих,

C - матриця вільних членів;

B - матриця невідомих коефіцієнтів рівняння регресії:

$$Z = \begin{pmatrix} 37 & 306166,6 & 247382,3 & 65001,8 & 153900,0 \\ 306166,6 & 3303858021,8 & 1931263034,5 & 712864435,3 & 1412946470,0 \\ 247382,3 & 1931263034,5 & 1961436245,0 & 397130675,7 & 928646340,0 \\ 65001,8 & 712864435,3 & 397130675,7 & 229217711,0 & 302301970,0 \\ 153900,0 & 1412946470,0 & 928646340,0 & 302301970,0 & 896830000,0 \end{pmatrix};$$

$$C = \begin{pmatrix} 522618,8 \\ 4584895002,7 \\ 3576845047,1 \\ 1012889815,8 \\ 2304597000,0 \end{pmatrix};$$

$$B = \begin{pmatrix} b_0 \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{pmatrix}.$$

(9)

З рівняння (8) знаходимо матрицю коефіцієнтів регресії:

$$B=Z^{-1}C. \tag{10}$$

За допомогою вбудованої функції МОБР(масив) пакету Ексел знайдемо обернену матрицю:

$$Z^{-1} = \begin{pmatrix} 0,444819444 & -1,0888E-05 & -3,37835E-05 & -3,30776E-06 & -2,30822E-05 \\ -1,08879E-05 & 2,1353E-09 & 2,09653E-10 & -2,98399E-09 & -7,06981E-10 \\ -3,37835E-05 & 2,0965E-10 & 3,82871E-09 & 5,64033E-10 & 1,31244E-09 \\ -3,30776E-06 & -2,984E-09 & 5,64033E-10 & 1,33678E-08 & 1,78836E-10 \\ -2,30822E-05 & -7,0698E-10 & 1,31244E-09 & 1,78836E-10 & 4,7706E-09 \end{pmatrix}.$$

За формулою (10) при допомозі стандартної програми МУМНОЖ (масив 1; масив 2) пакету Ексел 2000 знайдемо елементи матриці B :

$$b_0 = 5167,113;$$

$$b_1 = 0,198;$$

$$b_2 = 0,596;$$

$$b_3 = 0,560;$$

$$b_4 = 0,565.$$

Багатофакторна лінійна модель залежності розміру капіталу 4 групи сільськогосподарських підприємств Сумської області (y) від розміру доходу (виручки) від реалізації продукції, робіт, послуг (x_1), необоротного капіталу (x_2), фінансових результатів діяльності прибутку (збитку) (x_3), та розміру землекористування (x_4): буде мати наступний вигляд:

$$y = 5167,113 + 0,198x_1 + 0,596x_2 + 0,560x_3 + 0,565x_4 \quad (11)$$

Аналізуючи рівняння багатофакторної регресії можна відмітити, що збільшення розміру доходу (виручки) від реалізації продукції, робіт, послуг x_1 на 1 од. при незмінності розміру необоротного капіталу, фінансових результатів діяльності та розміру землекористування призведе до збільшення розміру пасиву (капіталу) на 0,198 од.. Збільшення розміру необоротного капіталу x_2 на 1 од. при незмінності доходу (виручки) від реалізації продукції, фінансових результатів діяльності та площі землекористування до збільшення розміру пасиву (капіталу) на 0,596 од. Збільшення фінансових результатів діяльності прибутку (збитку) x_3 на 1 од. при незмінності розміру доходу (виручки) від реалізації продукції, робіт, послуг, необоротного капіталу та площі землекористування призведе до збільшення розміру пасиву (капіталу) на 0,560 од. Збільшення розміру землекористування x_4 на 1 од. при незмінності розміру доходу (виручки) від реалізації продукції, робіт, послуг, необоротного капіталу та фінансових результатів діяльності призведе до збільшення розміру пасиву (капіталу) на 0,565 од. Якщо значення величин розміру доходу (виручки) від реалізації продукції, робіт, послуг, необоротного капіталу, фінансових результатів діяльності прибутку (збитку), та розміру землекористування дорівнюють нулю - розмір пасиву (капіталу) 4 групи сільськогосподарських підприємств Сумської області складе 5167,113 тис. грн.

На підставі реальних даних ми побудували багатофакторну лінійну регресійну модель та оцінили її параметри за методом найменших квадратів. Якщо наша модель адекватна, то зможемо прогнозувати зміну обсягів результативного показника залежно від зміни пояснюючих факторів.

Перевіримо адекватність (відповідність) побудованої регресійної моделі реальній дійсності. Тобто дамо відповідь на запитання, чи справді зміна значення розміру пасиву (капіталу) лінійно залежить від зміни значень пояснюючих факторів, а не відбувається під впливом різних випадкових чинників. Для цього визначаємо коефіцієнт детермінації.

Коефіцієнт детермінації є сумарною мірою якості рівняння регресії та розраховується за формулою:

$$R^2 = \frac{SSR}{SST}; \quad (12)$$

$$SST = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \text{ - загальна сума квадратів}; \quad (13)$$

$$SSR = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2 \text{ - сума квадратів, що пояснюється регресією}, \quad (14)$$

де \bar{y} - середнє значення результативного показника;

\hat{y}_i - значення результативного показника, знайдені за побудованим рівнянням регресії;

Його значення рівне $R^2=0,828$ - близьке до одиниці, то можна вважати, що модель адекватна. Коефіцієнт детермінації оцінює частку варіації результату за рахунок представлених у рівнянні факторів у загальній варіації результату. Ця частка

складає 82,8% та вказує на досить високу ступінь обумовленості варіації результату варіацією факторів, тобто на досить тісний зв'язок факторів із результатом.

Оцінку надійності рівняння регресії в цілому й показника тісноти зв'язку дає нам F - критерій Фішера [1]:

$$F = \frac{R^2}{1-R^2} \cdot \frac{n-m-1}{m}, \quad (15)$$

де n – кількість спостережень;

m – кількість пояснюючих змінних.

В нашому випадку фактичне значення F - критерію Фішера обчислюємо за формулою:

$$F_{\text{факт}} = \frac{0,828^2}{1-0,828^2} \cdot \frac{37-4-1}{4} = 38,54.$$

Табличне значення критерію при п'ятипроцентному рівні значущості та ступенів волі $k_1=m=4$ та $k_2=n-m-1=32$ знаходимо за допомогою вбудованої функції $F_{\text{табл}}(0,05; k_1; k_2)$ пакету Excel. Він становить $F_{\text{табл}} = 2,626$. Так як $F_{\text{факт}} = 38,54 > F_{\text{табл}} = 2,626$, то рівняння регресії вважається статистично значущим.

Висновки. Отже, отримане значення не випадкове, воно сформувалось під впливом суттєвих факторів, тобто підтверджується статистична значущість всього рівняння в цілому й показника щільності зв'язку R^2 . Таким чином, маємо повне право прогнозувати зміну обсягів результативного показника залежно від зміни пояснюючих факторів на основі побудованої нами багатфакторної регресійної моделі.

Список літератури

1. Назаренко О. М. Основи економетрики : підручник / Назаренко О. М. - Вип. 2-е, перероб. – К. : „Центр навчальної літератури”, 2005. – 392 с.
2. Ямборко Г. Роль фінансової інформації у прийнятті управлінських рішень // Все про бухгалтерський облік. – 2007. - № 96, 18 жовтня. – С. 6 – 10.

И. Назаренко, А. Курьло

Использование многофакторной линейно-регрессионной модели в управлении капиталом сельскохозяйственных предприятий

В статье рассмотрено практическое использование многофакторной линейно-регрессионной модели в управлении капиталом сельскохозяйственных предприятий Сумской области та зависимость его от размера дохода от реализации продукции, работ и услуг, необоротного капитала, финансовых результатов, размера землепользования. Исходя из этого, имеем полное право прогнозировать изменение объемов результативного показателя зависимо от изменений объясняющих факторов на основании построенной нами многофакторной регрессионной модели.

I. Nazarenko, A. Kurilo

Using many – factors line-regression model in the managion by capital of agricultural enterprises

In artical is considered practical apply use of many-factors model in managion by capital of agricultural enterprises of Sumy region and dependence it from size of income from realization of product, works, services, circulating capital, financial results of activity and size of land-using. That's why we have full right to prognose the change of result indicator depend from change explanation factors on the fasij are built us many-factors regression model.

Одержано 07.10.09