

УДК 338.27

**Кужелюк А.В.**  
студентка*Інституту економіки та управління  
Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки***Маркус О.В.***кандидат економічних наук, доцент кафедри обліку і аудиту  
Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки*

## ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПРОГНОЗУВАННЯ ФІНАНСОВОЇ СТІЙКОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

## ECONOMIC-MATHEMATICAL MODELING AS INSTRUMENT OF PROGNOSTICATION OF FINANCIAL FIRMNESS OF ENTERPRISE

### АНОТАЦІЯ

У статті обґрунтовано доцільність та необхідність прогнозування фінансової стійкості на наступний рік. Описано механізм та етапи оцінки впливу основного фактора на зміну фінансової стійкості з використанням економетричної лінійної моделі. Здійснено апробацію економетричної моделі оцінки фінансової стійкості на прикладі машинобудівного підприємства ПрАТ «СКФ Україна». Побудовано точковий та інтервальний прогноз коефіцієнта фінансової незалежності. Доведено важливість прогнозування у процесі аналізу діяльності підприємства.

**Ключові слова:** економіко-математичне моделювання, регресійна модель, управління фінансовою стійкістю, прогнозування, ефективність діяльності.

### АННОТАЦИЯ

В статье обоснована целесообразность и необходимость прогнозирования финансовой устойчивости на следующий год. Описан механизм и этапы оценки воздействия основного фактора на изменение финансовой устойчивости с использованием эконометрической линейной модели. Осуществлена апробация эконометрической модели оценки финансовой устойчивости на примере машиностроительного предприятия ЗАО «СКФ Украина» и осуществлено прогнозирование на ее основе. Построен точечный и интервальный прогноз коэффициента финансовой независимости. Доказана важность прогнозирования в процессе анализа деятельности предприятия.

**Ключевые слова:** экономико-математическое моделирование, регрессионная модель, управление финансовой устойчивостью, прогнозирование, эффективность деятельности.

### ANNOTATION

In the article grounded expedience and necessity of prognostication of financial firmness is on a next year. A mechanism and stages of estimation of influence of basic factor is described on changing of financial firmness with the use of econometric of linear model. Approbation of econometric model of estimation of financial firmness is carried out on the example of machine-building enterprise of Private joint-stock company «SKF Ukraine» and prognostication based on its basis. The point and interval forecast of the coefficient of financial independence was constructed. The importance of forecasting in the process of enterprise activity analysis is proved.

**Keywords:** economic-mathematical modeling, regressive model, financial sustainability management, prognostication, efficiency of activity.

**Постановка проблеми.** Сучасні підприємства галузей національної економіки працюють в умовах невизначеності та мінливих умовах зовнішнього середовища, тому для стабільної роботи підприємства та його розвитку необхідно систематично здійснювати аналіз та прогнозування його фінансової стійкості, адже підпри-

ємства, на яких створена система для аналізу, прогнозу й ефективного управління фінансовою стійкістю, можуть бути впевнені, що навіть за несприятливої економічної ситуації в країні вони зможуть продовжити роботу шляхом упровадження попередньо сформованого плану дій щодо регулювання фінансової стійкості.

З метою вдосконалення управління фінансовою стійкістю машинобудівного підприємства в умовах ринкової економіки необхідно підвищити вимоги до її забезпечення, запропонувати інструмент, який дасть змогу спрогнозувати її рівень.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Натепер розроблено велику кількість моделей для визначення прогнозної величини фінансової стійкості підприємства. Зокрема, дослідженню цієї проблеми присвятили свої праці такі науковці, як Л.В. Антонова [1], Л.М. Азарова [2], В.Т. Доля [3], Р.В. Руська [4].

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Мінливість зовнішнього середовища зумовлює необхідність подальших досліджень з метою визначення факторів впливу на зміну фінансової стійкості та пошуку методів прогнозування фінансового стану.

Діяльність підприємства значною мірою залежить від того, наскільки достовірно воно може передбачити перспективи свого розвитку на майбутнє. Метою статті є прогнозування фінансової стійкості машинобудівного підприємства на основі побудови економетричної моделі.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Прогнозування фінансової стійкості підприємства являє собою сукупність аналітичних процедур, що застосовуються для діагностики фінансової стійкості суб'єкта господарювання на перспективу шляхом розроблених методик аналізу і прогнозування фінансової стійкості на основі чинної методології економічного аналізу і прогнозування. Значення прогнозування полягає в інформаційному забезпеченні процесу управління фінансовою стійкістю.

Головним завданням прогнозування як етапу фінансового аналізу є зниження неминучої неви-

значеності, яка пов'язана із прийняттям економічних рішень, що орієнтовані на майбутнє. За такого підходу фінансовий аналіз може використовуватися для обґрунтування короткострокових і довгострокових економічних рішень та доцільності інвестицій; як спосіб оцінки якості керування; як метод прогнозування майбутніх фінансових результатів.

Метою прогнозування є:

- визначення можливих напрямів розвитку підприємства та економічних ресурсів, що забезпечують їх досягнення;

- визначення найбільш ймовірних і економічно обґрунтованих варіантів довгострокових та поточних планів;

- передбачення наслідків рішень та заходів, що вживаються та виконуються.

Погіршення стану машинобудівних підприємств є наслідком зменшення інвестицій в їхню діяльність, наявності дебіторської та кредиторської заборгованостей, відсутності технічного переоснащення, невідповідності продукції стандартам якості, наявності значної кількості ресурсів, які не використовуються. Це зумовлює необхідність пошуку способів та засобів, які можуть сприяти переходу вітчизняних машинобудівних підприємств у кращий стан.

Підприємство піддається впливу великої кількості факторів, як зовнішніх, так і внутрішніх. Впливати на ці фактори підприємство не в змозі, але воно може прогнозувати їхню поведінку та адаптуватися до їхньої дії. Економетричні моделі дають змогу виявити особливості функціонування економічного об'єкта і на основі цього передбачати майбутню його поведінку у разі зміни будь-яких параметрів.

Економетричні моделі дають змогу виявити особливості функціонування економічного об'єкта і на основі цього передбачати майбутню його поведінку у разі зміни будь-яких параметрів. Отримані результати кореляційно-регресійного аналізу можна використати для обґрунтування управлінських рішень щодо прогнозування і планування в майбутньому періоді.

Прогнозування на основі регресійної моделі передбачає такі етапи.

1. Визначення мети дослідження. Вибір відповідної теорії, яка пояснює поведінку економічної системи. Побудова системи показників, відбір чинників, що мають найбільший вплив на кожен показник. Вибір форми зв'язку показників між собою та відібраними чинниками.

2. Побудова економетричної моделі, тобто відображення теорії у вигляді рівняння регресії або системи рівнянь і тотожностей, яка пов'язує відібрані змінні.

3. Знаходження даних про значення змінних. Аналіз інформації.

4. Використання відповідного економетричного методу для оцінювання невідомих параметрів, які входять до рівнянь моделі.

5. Перевірка якості побудованої моделі, яка передбачає передусім її відповідність досліджуваному економічному процесу, а також адекватність, точність і прогнозу спроможність.

6. Використання знайденої прийнятної моделі для прогнозу. На підставі рівнянь із оціненими параметрами та прогнозованих екзогенних змінних роблять передбачення потрібних показників, а саме значень ендогенних змінних [1, с. 131].

Побудуємо економетричну модель залежності фінансової стійкості від зміни власного капіталу на основі коефіцієнта фінансової незалежності ПрАТ «СКФ Україна», яка дасть змогу спрогнозувати рівень коефіцієнта фінансової незалежності підприємства. Цей коефіцієнт характеризує частку власного капіталу у загальній вартості, збільшення якого в динаміці вказує на підвищення фінансової стійкості.

Приватне акціонерне товариство «СКФ Україна» є найбільшим виробником підшипників та компонентів до них в Україні та постачає свою продукцію в країни СНД та Європи, а також в країни Азії та США. У рік виробничі потужності підприємства дають змогу випускати близько 5 млн. підшипників середньої розмірної групи і 6 млн. підшипників малої розмірної групи, а також компоненти підшипників: готові ролики – 80 млн. штук, готові сепаратори – 3 млн. штук, кільця після токарного оброблення – 16 млн. штук. Розуміючи масштаби виробництва та відповідальність керівництва за результати прийнятих управлінських рішень, важливо оцінити можливий сценарій розвитку фінансово-господарської діяльності на наступний рік.

Було проведено дослідження показника фінансової незалежності ПрАТ «СКФ Україна» за 11 років – з 2006 року по 2016 рік. Економетричну лінійну модель будуємо за фактором впливу власного капіталу.

Знайдемо за рахунок моделі прогноз коефіцієнта фінансової незалежності на найближчий період, врахувавши тенденції зміни власного капіталу як в оптимістичному прогнозі, так і в песимістичному.

Для побудови парної лінійної моделі залежності коефіцієнта фінансової незалежності від власного капіталу  $y = a_0 + a_1 x$  визначимо параметри моделі  $a_0$  та  $a_1$ , використовуючи метод найменших квадратів:

$$\begin{aligned} na_0 + a_1 \sum x_1 &= \sum y \\ a_0 \sum x_1 + a_1 \sum x_1^2 &= \sum x_1 y, \end{aligned} \quad (1.1)$$

де  $y$  – коефіцієнт фінансової стійкості;

$x$  – власний капітал;

$a_0, a_1$  – оцінки параметрів моделі.

$$\text{Звідси } a_0 = \bar{y} - a_1 \bar{x}; \quad a_1 = \frac{\overline{xy} - \bar{x}\bar{y}}{\overline{x^2} - \bar{x}^2} = \frac{\text{Cov}(xy)}{\text{Var}(x)}.$$

Для визначення параметрів лінійної моделі побудуємо таблицю 1.

Лінійна модель залежності коефіцієнта фінансової незалежності від власного капіталу матиме вигляд:

Таблиця 1

Дані для визначення параметрів лінійної моделі залежності коефіцієнта фінансової незалежності (у) від власного капіталу (х) ПрАТ «СКФ Україна» за 2006–2016 роки

| Рік              | у      | х          | х <sup>2</sup>   | ху           | у <sup>2</sup> | $\tilde{y}$ | $y - \tilde{y}$ |
|------------------|--------|------------|------------------|--------------|----------------|-------------|-----------------|
| 2006             | 57,38  | 109861,50  | 12069549182,25   | 6304236,58   | 3292,87        | 47,09       | 10,30           |
| 2007             | 62,63  | 131623,10  | 17324640453,61   | 8244093,25   | 3923,03        | 48,12       | 14,51           |
| 2008             | 43,96  | 108068,00  | 11678692624,00   | 4750854,32   | 1932,63        | 47,00       | -3,04           |
| 2009             | 20,59  | 62373,00   | 3890391129,00    | 1284131,23   | 423,86         | 44,83       | -24,24          |
| 2010             | 48,27  | 222061,00  | 49311087721,00   | 10718590,01  | 2329,86        | 52,42       | -4,15           |
| 2011             | 55,44  | 247579,00  | 61295361241,00   | 13726796,21  | 3074,05        | 53,63       | 1,81            |
| 2012             | 55,71  | 278368,00  | 77488743424,00   | 15509008,22  | 3104,06        | 55,10       | 0,62            |
| 2013             | 70,46  | 424031,00  | 179802288961,00  | 29877614,50  | 4964,74        | 62,02       | 8,44            |
| 2014             | 69,97  | 589272,00  | 347241489984,00  | 41229750,03  | 4895,42        | 69,88       | 0,09            |
| 2015             | 87,04  | 919021,00  | 844599598441,00  | 79994961,10  | 7576,60        | 85,55       | 1,49            |
| 2016             | 84,14  | 1012019,00 | 1024182456361,00 | 85151058,53  | 7079,50        | 89,97       | -5,83           |
| $\Sigma$         | 655,61 | 4104276,60 | 2628884299521,86 | 296791093,98 | 42596,62       | 655,61      | 0,00            |
| Середнє значення | 59,60  | 373116,05  | 238989481774,72  | 26981008,54  | 3872,42        | 59,60       | 0,00            |

$$y = 41,86 + 0,00005x.$$

Отже, коефіцієнт фінансової незалежності зростає на 0,00005% за збільшення власного капіталу на 1000 грн.

Для перевірки значущості моделі розрахуємо коефіцієнт еластичності.

$$K_{el} = a_1 \frac{\bar{x}}{\bar{y}} = 0,00005 \cdot \frac{373116,05}{59,60} = 0,30.$$

Отже, коефіцієнт фінансової незалежності зростає на 0,3% за збільшення власного капіталу на 1%.

Для оцінки тісноти зв'язку розрахуємо лінійний коефіцієнт кореляції Пірсона:

$$r_{xy} = \frac{Cov(xy)}{\sqrt{Var(x)Var(y)}} = 0,84.$$

Отже, зв'язок між коефіцієнтом фінансової незалежності та власним капіталом є прямим і за шкалою Чеддока оцінюється як сильний.

Розрахуємо коефіцієнт детермінації:

$$R^2 = \frac{Var(\tilde{y})}{Var(y)} = 0,70.$$

Отже, 70 % варіації коефіцієнта фінансової незалежності пояснюється варіацією власного капіталу.

Перевіримо значущість параметрів за допомогою t-критеріїв Стюдента:

$$S_{a_0} = \sqrt{\frac{Var(\varepsilon)}{n-m}} = 3,24$$

$$S_{a_1} = \sqrt{\frac{Var(\varepsilon)}{(n-m)Var(x)}} = 1,03$$

$$t_{a_0} = \frac{a_0}{S_0} = 4,63$$

$$t_{a_1} = \frac{a_1}{S_1} = 12,90.$$

У спеціальних таблицях знаходимо критичні значення для t-критеріїв Стюдента:

- за рівня значущості 0,05  $t_{\alpha, n-m} = t_{0,05, 9} = 2,26$
- за рівня значущості 0,01  $t_{\alpha, n-m} = t_{0,01, 9} = 3,25$ .

Оскільки за обох рівнів значущості отримані розрахункові t-критерії є більшими за критичні значення, то можна стверджувати, що параметри моделі залежності коефіцієнта фінансової незалежності від власного капіталу є типовими, а модель – якісною.

Розрахуємо інтервали довіри для оцінок параметрів.

$$a_i = a_i \pm t_{\alpha/2(n-m-1)} \cdot S_{a_i} \quad (1.2)$$

За рівня істотності  $\alpha = 0,05$ :

$$a_0 = 41,86 \pm 2,26 \cdot 3,24 \quad (34,53; 49,19),$$

$$a_1 = 0,00005 \pm 2,26 \cdot 1,03 \quad (0,000024; 0,000070).$$

Отже, для параметра  $a_1$  довірчий інтервал за  $\alpha = 0,05$  має (0,000024; 0,000070), а тому з ймовірністю 95% можна стверджувати, що за збільшення власного капіталу на 1000 грн. коефіцієнт фінансової незалежності буде зростати на значення з інтервалу 0,000024 – 0,000070 %.

За рівня істотності  $\alpha = 0,01$ :

$$a_0 = 41,86 \pm 3,25 \cdot 3,24 \quad a_0 \in (31,32; 52,41),$$

$$a_1 = 0,00005 \pm 3,25 \cdot 1,03 \quad a_1 \in (0,000014; 0,000080).$$

Для параметра  $a_1$  довірчий інтервал за  $\alpha = 0,01$  має вигляд (0,000014; 0,000080), а тому з ймовірністю 99% можна стверджувати, що за збільшення власного капіталу на 1000 грн. коефіцієнт фінансової незалежності буде зростати на значення з інтервалу 0,000014 – 0,000080 %.

Перевіримо істотність між ознаками за допомогою F-критерію Фішера:

$$F = \frac{R^2}{1-R^2} \times \frac{k_2}{k_1}, \quad (1.3)$$

де  $k_1 = m - 1$ ;  $k_2 = n - m$ ;

$$F = \frac{0,7}{1-0,7} \times \frac{11-2}{2-1} = 21,42.$$

Критичні значення F-критерію, що знаходяться у таблиці:

$$F_{0,05(1,9)} = 5,12; F_{0,01(1,9)} = 10,56.$$

Оскільки за обох рівнів істотності значення критерію більше за критичне, то можна стверджувати, що зв'язок між коефіцієнтом фінансової незалежності і власним капіталом є істотним.

Таким чином, оскільки усі параметри парної лінійної моделі залежності коефіцієнта фінансової незалежності і власного капіталу є типовими, а показники зв'язку істотними, то можна дійти висновку, що модель є адекватною і може бути використана для подальшого аналізу і прогнозу.

Розрізняють два типи прогнозів за рівнянь регресії: точкові й інтервальні.

Точковий прогноз залежної змінної  $y_{n+1}$  визначають шляхом підстановки у рівняння регресії прогнозного значення фактора  $x_{n+1}$ :

$$y_{n+1} = a_0 + a_1 x_{n+1} \quad (1.4)$$

Тоді інтервальний прогноз визначається за формулою інтервалів довіри:

$$y_{n+1} = (a_0 + a_1 x_{n+1}) \pm t_{\alpha/2(n-m)} \cdot s(\varepsilon) \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(x_{n+1} - \bar{x})^2}{\sum_1^n (x - \bar{x})^2}} \quad (1.5)$$

Прогнозні значення власного капіталу на наступний рік визначимо, використовуючи дані за останні 5 та 10 років.

Середній абсолютний приріст за 2012–2016 роки:

$$\Delta \bar{y} = \frac{y_k - y}{k - 1} = \frac{1012019 - 278368}{5 - 1} = 183413 \text{ (тис. грн.)}$$

На основі залежності складемо прогноз:

$$y_{2017} = 1012019 + 183413 \cdot 1 = 1195432 \text{ (тис. грн.)}$$

Середній абсолютний приріст за 2007–2016 роки:

$$\Delta \bar{y} = \frac{y_k - y}{k - 1} = \frac{1012019 - 131623,1}{10 - 1} = 97822 \text{ (тис. грн.)}$$

На основі залежності складемо прогноз:

$$y_{2017} = 1012019 + 97822 \cdot 1 = 1109841 \text{ (тис. грн.)}$$

Отже, максимальне прогнозне значення власного капіталу становитиме 1 195 432 тис. грн., а мінімальне – 1 109 841 тис. грн. Підставивши значення у формулу лінійного прогнозу, отримуємо такі значення коефіцієнта фінансової незалежності.

$$y_{2017\min} = 41,86 + 0,00005 \cdot 1109841 = 94,62 \text{ (\%)}$$

$$y_{2017\max} = 41,86 + 0,00005 \cdot 1195432 = 98,69 \text{ (\%)}$$

Побудуємо інтервальний прогноз для мінімального і максимального значень коефіцієнта. Отже, значення коефіцієнта фінансової незалежності за оптимістичного прогнозу з імовірністю 95% буде знаходитися в межах:

$$94,62 - 2,55 \leq y_{2017\min} \leq 94,62 + 2,55,$$

$$96,15 \leq y_{2017\min} \leq 101,24.$$

За оптимістичного прогнозу значення коефіцієнта фінансової незалежності з імовірністю 95% буде знаходитися в межах:

$$98,69 - 2,55 \leq y_{2017\max} \leq 98,69 + 2,55,$$

$$92,08 \leq y_{2017\max} \leq 97,17.$$

**Висновки.** Таким чином, розглянута економетрична модель оцінки фінансової стійкості дала змогу спрогнозувати значення коефіцієнта фінансової незалежності на 2017 рік машинобудівного підприємства ПрАТ «СКФ Україна» та показала, що воно зміцнить свою фінансову позицію: зможе виконати зовнішні зобов'язання за рахунок власних коштів та продовжить залишатися незалежним від позикових джерел. Розуміння фінансового стану підприємства та його своєчасний, якісний аналіз і прогнозування, що забезпечить усебічне вивчення та представлення діяльності підприємства в майбутньому, є основоположними для прийняття управлінських рішень, спрямованих на вирішення питання обрання напрямів діяльності та розвитку підприємства, покращення його ефективності, конкурентоздатності та прибутковості.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Антонова Л.В. Економетрика: навч. посіб. / Л.В. Антонова, О.О. Ляховець. Миколаїв: ЧДУ ім. П. Могили, 2011. 232 с.
2. Азарова Л.М. Математичні моделі та методи оцінювання фінансового стану підприємства / Л.М. Азарова, О.В. Рузаківа. Вінниця: ВНТУ, 2010. 172 с.
3. Доля В.Т. / Економетрія: навч. посібник / В.Т. Доля; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. Х.: ХНАМГ, 2010. 171 с.
4. Руська Р.В. Економетрика: навчальний посібник / Р.В. Руська. Тернопіль: Тайп, 2012. 224 с.