



**ISSN 1998-7927**

# **ВІСНИК**

**Східноукраїнського  
національного  
університету  
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**

---

**НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ**

**№ 13(167)  
2011**

ВПЛИВ ПОДАТКОВОГО РЕЖИМУ НА ІНВЕСТИЦІЙНУ ДІЯЛЬНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВ .....	280
<b>Жучок Т.М.</b> ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНКИ УПРАВЛІННЯ ЕФЕКТИВНІСТЮ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА .....	285
<b>Іс О.М., Онопченко С.В.</b> Економіко-Математичні методи Дослідження динамічних рядів .....	290
<b>Квик М. Я., Цегелик Г. Г.</b> ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ТА ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ МАЛОГО ПІДПРИЄМНИЦТВА В УКРАЇНІ .....	295
<b>Козленко М. І.</b> ВПЛИВ ВІДНОВЛЕННЯ ПРОМІЖНИХ ЗНАЧЕНЬ СИГНАЛІВ ЗІ ЗМІННОЮ ЕНТРОПІЄЮ НА ЗАВАДОСТІЙКІСТЬ ОБМІНУ ДАНИМИ В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ .....	301
<b>Лисенко О.А.</b> ОСНОВНІ МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО МОДЕЛЮВАННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ НА ПІДПРИЄМСТВІ .....	307
<b>Маслянюк П.П., Рябушенко А.В., Богуш К.В.</b> АПРОБАЦІЯ ПРИХОВАНИХ МАРКІВСЬКИХ ТА НАПІВ-МАРКІВСЬКИХ МОДЕЛЕЙ СТРУКТУРНИХ ЗЛАМІВ НА ФОНДОВОМУ РИНКУ УКРАЇНИ .....	312
<b>Павлов Д.Г., Александрова М.В.</b> ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРІЇ ІГОР ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ МЕРЕЖЕВОГО ШАХРАЙСТВА В СИСТЕМІ КОНТЕКСТНОЇ РЕКЛАМИ .....	320
<b>Петрусь Н.Б.</b> РЕГІОНАЛЬНІ ІНВЕСТИЦІЙНІ ФОРУМИ ЯК МЕХАНІЗМ ЗАЛУЧЕННЯ ІНВЕСТИЦІЙ В ЕКОНОМІКУ УКРАЇНИ .....	325
<b>Скоруход Н.Н., Заика І.П., Авдеенко І.А.</b> ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧЕСЬКЕ ОБЕСПЕЧЕННЯ ПРАКТИЧЕСЬКОЇ АПРОБАЦІЇ СОДЕРЖАННЯ КУРСА МАКРОЕКОНОМІКИ .....	330
<b>Франів І.А.</b> АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ .....	336

Іє О.М., Онопченко С.В.

**ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ  
ДИНАМІЧНИХ РЯДІВ**

У статті викладена методика моделювання взаємозв'язків фінансово-економічних показників.

*Ключові слова:* зв'язок, кореляція, модель, регресія, гіпотеза, критерій, помилка, прогноз.

У сфері економіки і фінансів діють різноманітні зв'язки, що можуть здійснюватися, наприклад, у виді матеріальних і фінансових потоків між елементами системи, потоків інформації між органами й об'єктами керування. Досить привабливий для практика особливий тип зв'язків – причинно-наслідковий.

Причинний зв'язок між парою показників виявляється у формі зміни значень результативного показника  $y$  (залежної змінної) під впливом зміни значень показника-фактора  $x$  (незалежної змінної). В економіці причинно-наслідковий зв'язок звичайно носить стохастичний характер, тобто залежність між показниками виявляється на фоні випадковості, містить деякий елемент невизначеності. Це пояснюється тим, що звичайно на результативний показник  $y$  впливає велике число факторів, що діють у різних напрямках з різною силою. Переплетенням цих взаємовпливів і обумовлена невизначеність у прояві причинно-наслідкових зв'язків.

При такій постановці питання для статистичного вивчення стохастичної залежності необхідно мати досить великі сукупності спостережень змінної  $y$  для кожного значення змінної  $x$ . Звичайно в практичних дослідженнях не вдається зібрати таку інформацію в повному обсязі. Тому ставиться задача вивчення і моделювання частки випадку стохастичного зв'язку – зв'язку статистичного.

Отже, мета статті – вивчення і моделювання взаємозв'язків фінансово-економічних показників.

У кореляційно-регресійному аналізі відповідно до положень математичної статистики вважається, що за оцінку математичного сподівання при нормальному законі розподілу може бути прийняте емпіричне середнє значення випадкової величини, оскільки для нормального закону розподілу воно є і найбільш ймовірним. Виходячи з цього кореляційний зв'язок визначається як зміна умовного середнього значення  $y(x)$  випадкової величини  $y$  при зміні значень випадкової величини  $x$ . При цьому для встановлення факту наявності такого зв'язку між парою показників і побудови його моделі достатньо в якості вихідної інформації мати у своєму розпорядженні дані про значення змінних  $x$  і  $y$  по відповідних одиницях статистичної сукупності (просторові ряди спостережень) або в послідовні моменти часу (часові ряди спостережень). Досить надійні результати моделювання вдається одержати, якщо число спостережень, що склали його інформаційну базу, не менш 20.

Статистичне моделювання причинно-наслідкових зв'язків з використанням методів кореляційно-регресійного аналізу припускає виконання наступних етапів:

- 1) виявлення наявності кореляційного зв'язку між показниками;
- 2) підбір аналітичної залежності для опису взаємозв'язку й оцінка параметрів моделі регресії;
- 3) визначення напрямку і вимір тісноти взаємозв'язку між показниками;
- 4) перевірка адекватності отриманої моделі, оцінка величини можливої помилки;
- 5) інтерпретація результатів моделювання, визначення можливостей використання моделі для аналізу і прогнозування показника  $y$  в залежності від значень  $x$ .

Початкове припущення про наявність причинного зв'язку між показниками звичайно базується на результатах логічного аналізу фінансово-економічних явищ і процесів. Обґрунтованість цього припущення можна перевірити, використовуючи спеціальні статистичні методи і прийоми. Найбільш простим з них є метод порівняння паралельних рядів. Суть методу полягає в порівнянні відповідних значень показників: якщо зростанню (спаданню) значень одного показника відповідає зростання (спадання) іншого, то між ними можливий прямий взаємозв'язок.

Ще більш наочне уявлення про кореляційну залежність, до того ж безпосередньо пов'язану з поняттям про її моделі, дає графік – кореляційне поле. Однак далеко не завжди на графіку кореляційного поля так чітко й однозначно простежується зв'язок між змінними.

Графічний метод виявлення взаємозв'язків між парою показників дає наочне представлення про залежності між ними, але не дозволяє дати їм кількісну оцінку.

Для виміру тісноти статистичного взаємозв'язку, наприклад між показниками  $y$  і  $x$ , найбільше часто використовується лінійний (парний) коефіцієнт кореляції:

$$r_{yx} = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})(x_i - \bar{x})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}},$$

де  $\bar{x}$  і  $\bar{y}$  – емпіричні середні значення показників  $x$  і  $y$ .

Значення коефіцієнта кореляції, обчислене на основі емпіричних даних, є його імовірнісною оцінкою. Величина стандартної помилки коефіцієнта кореляції обчислюється за формулою

$$S_r = \sqrt{(1 - r_{yx})/n}.$$

З урахуванням стандартної помилки можна визначити значущість коефіцієнта кореляції: перевіряється нульова гіпотеза про рівність коефіцієнта кореляції нулю; якщо вона відкидається, то коефіцієнт кореляції визнається значимим, а зв'язок між змінними істотним. Для перевірки нульової гіпотези, як правило, використовується  $t$ -статистика, розподілена за законом Ст'юдента з  $\nu = (n - 2)$  степенями свободи. За формулою

$$t = \sqrt{\frac{(n-2)r_{yx}^2}{1-r_{yx}^2}}$$

обчислюється емпіричне значення  $t$ -критерію, що порівнюють з табличним значенням  $t_{\alpha\nu}$ , де  $\alpha$  – даний рівень значущості;  $\nu = (n - 2)$  – число степенів свободи. Якщо виконується нерівність

$$t > t_{\alpha\nu},$$

то значення коефіцієнта кореляції визнається значущим. Сам же рівень значущості  $\alpha$  звичайно приймають рівним 0,05 або 0,02.

Слід зазначити, що така оцінка тісноти зв'язку абсолютно коректна тільки для лінійної форми залежності між змінними. Якщо графік кореляційного поля дозволяє зробити припущення про нелінійний зв'язок між змінними, то високі значення коефіцієнта кореляції свідчать про сильний взаємозв'язок між ними, а низькі значення  $r_{yx}$  говорять лише про слабку лінійну залежність, при цьому між змінними може існувати досить сильна нелінійна залежність.

Для виміру тісноти взаємозв'язку при нелінійній формі залежності краще використовувати інший показник – індекс кореляції  $R$ , який обчислюється за наступною формулою

$$R = \sqrt{1 - \frac{\sum (y - y(x))^2}{\sum (y - \bar{y})^2}}.$$

Вибір виду математичної функції для опису лінії регресії попередньо здійснюється на основі логіки зв'язку і візуального аналізу графіка кореляційного поля. В якості моделі регресії можна використовувати будь-яку підходящу функцію, однак найчастіше використовують пряму, параболу другого порядку й експоненту.

Якщо більш складний зв'язок між змінними не може бути досить коректно описаний перерахованими функціями, то часто цього вдається досягти за допомогою заміни змінних.

Конкретний вид лінії регресії і її розташування на графіку визначаються параметрами рівняння регресії. Вони повинні бути такими, щоб модель розташовувалася на мінімальному віддаленні від усіх точок графіка кореляційного поля. Ця умова може бути реалізована за допомогою методу найменших квадратів. Відповідно до критерію найменших квадратів параметри моделі підбираються таким чином, щоб сума квадратів відхилень фактичних значень від розрахункових була мінімальною:

$$Q = \sum (y - y(x))^2 \rightarrow \min.$$

Задача побудови й оцінки параметрів моделі досить просто реалізується за допомогою пакета «Аналіз даних» універсального табличного процесора Excel. Однак існує ряд особливостей, які необхідно враховувати на етапах як побудови лінійної багатofакторної регресійної моделі, так і її використання для розв'язання задач аналізу і прогнозування.

При виборі моделі можна спочатку на основі змістовного аналізу виключити свідомо невідповідні функції, а потім вибрати кращу з моделей, що залишилися. Можна підійти до вибору моделі інакше: спочатку оцінити параметри всіх моделей і вибрати кращу з них по формальних

ознаках, а потім вирішувати питання про її відповідність досліджуваної залежності в змістовному плані.

Формальна якість моделі визначається її адекватністю і точністю. Ці властивості моделі досліджуються на основі аналізу ряду залишків  $\varepsilon_i$  (відхилень розрахункових значень від фактичних):

$$\varepsilon_i = y_i - y(x_i), \quad i = \overline{1, n}.$$

Середня абсолютна помилка розраховується за формулою

$$\varepsilon_{\text{абс}} = \sum |\varepsilon_i| / n$$

і показує, наскільки в середньому відхиляються фактичні значення від моделі.

Дисперсія ряду залишків, або залишкова дисперсія, обчислюється за формулою

$$S_\varepsilon^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\varepsilon_i - \bar{\varepsilon})^2}{n-1},$$

де  $\bar{\varepsilon}$  – середнє значення ряду залишків.

Середньоквадратична помилка являє собою корінь квадратний з дисперсії

$$S_\varepsilon = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\varepsilon_i - \bar{\varepsilon})^2}{n-1}}.$$

Середньоквадратична помилка є найбільш часто використовуваною характеристикою точності. Але поряд з нею також можуть бути використані інші характеристики, тому що усі вони несуть аналогічне змістовне навантаження: чим менше значення кожної з приведених характеристик, тим точніше модель. Значення середньоквадратичної помилки завжди трохи більше значення середньої абсолютної помилки, але вони мають схожий зміст – характеризують середню віддаленість розрахункових значень моделі від фактичних вихідних даних. Звичайно точність моделі визнається задовільною, якщо  $S_\varepsilon$  не перевищує 5% середнього значення показника  $y$ .

До характеристик точності моделі можна віднести також кореляційне відношення

$$R = \sqrt{1 - S_\varepsilon^2 / S_y^2}.$$

Кореляційне відношення показує, яка частина варіації показника  $y$  пояснюється факторами, представленими в моделі. Це відношення приймає значення від 0 до 1; чим вище значення кореляційного відношення, тим ближче розрахункові значення  $y$  до фактичних.

Не менш поширене застосування коефіцієнта детермінації

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}.$$

Перевірка адекватності моделі полягає, по-перше, у визначенні її значущості і, по-друге, у встановленні наявності або відсутності систематичної помилки.

Спочатку перевіряється значущість коефіцієнтів рівняння регресії  $a_i$ , тобто перевіряється гіпотеза про те, що параметр, який вимірює зв'язок, дорівнює нулеві. Статистична істотність зв'язку вважається прийнятною, якщо нульова гіпотеза про відсутність зв'язку буде відхилена. Для перевірки нульової гіпотези будується  $t$ -критерій Ст'юдента:

$$t = \frac{|a_i| \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}{S_\varepsilon}.$$

Якщо для табличного значення  $t_{\alpha v}$  з рівнем значущості  $\alpha$  і числом ступенів свободи  $t_{\alpha v} = (n - k - 1)$ , де  $k$  – кількість показників-факторів, включених у модель, виконується нерівність

$$t > t_{\alpha v},$$

то значення відповідного коефіцієнта регресії визнається значущим.

Значущість рівняння регресії в цілому визначається за допомогою  $F$ –критерію Фішера. На основі коефіцієнта детермінації розраховується значення критерію

$$F = \frac{(n - k - 1)R^2}{k(1 - R^2)}.$$

Розрахункове значення  $F$  порівнюється з табличним  $F_{табл}$  із заданим рівнем ймовірності  $P$  і числом степенів свободи  $v_1 = k$  і  $v_2 = n - k - 1$ . Якщо виконується умова  $F > F_{табл}$ , то рівняння моделі визнається значущим.

Перевірка наявності або відсутності систематичної помилки здійснюється на основі аналізу ряду залишків. Модель вважається адекватною, якщо ряд її залишків  $\varepsilon_i$  задовольняє наступним вимогам:

1. Математичне очікування рівнів ряду залишків дорівнює нулю.
2. Рівні ряду залишків мають випадковий характер.
3. Значення рівнів ряду залишків незалежні один від одного (відсутня автокореляція).
4. Рівні ряду залишків розподілені по нормальному закону.

Насамперед розраховується середнє значення ряду залишків. Якщо воно близько до нуля, то вважається, що модель не містить постійної систематичної помилки й адекватна за критерієм нульового середнього. Якщо середня помилка не точно дорівнює нулю, то перевіряється нульова гіпотеза про рівність нулю математичного очікування. З цією метою за формулою

$$t = \frac{|\bar{\varepsilon}|\sqrt{n}}{S_{\varepsilon}}$$

обчислюють  $t$ –критерій Ст'юдента, який порівнюють з табличним значенням  $t_{\alpha v}$ . У тому випадку, якщо виконується нерівність  $t > t_{\alpha v}$ , модель неадекватна за даним критерієм.

Незалежність (відсутність автокореляції) послідовності залишків є найважливішою умовою адекватності моделі.

Перевірку цієї умови можна виконати, наприклад, за допомогою  $d$ –критерію Дарбіна-Уотсона:

$$d = \frac{\sum_{i=2}^n (\varepsilon_i - \varepsilon_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2}.$$

Для рядів з тісним взаємозв'язком між послідовними значеннями залишків значення  $d$  близьке до нуля; це свідчить про те, що закономірна складова не цілком відбита в моделі і частково закономірність властива рядові залишків, тобто модель неадекватна вихідному процесові. Якщо послідовні залишки незалежні, то  $d$  близько до двох, і це свідчить про гарну якість моделі і чисту фільтрацію закономірної складової. При негативній автокореляції залишків (строго періодичному чергуванні їхніх знаків)  $d$  близько до чотирьох.

По сукупності трьох критеріїв (нульового середнього, випадковості і незалежності ряду залишків) робиться висновок про принципову можливість використання моделі: якщо модель адекватна за критерієм нульового середнього і хоча б по одному з двох інших критеріїв, то вона може бути прийнята для використання.

Кінцевою метою моделювання звичайно є оцінка або прогнозування показника  $y$  в залежності від значень  $x$ . Для розглянутих моделей в якості оцінки або прогнозу показника  $y$  для конкретного  $x$  завжди визначалося лише одне число, що являє собою умовне середнє і (при виконанні передумов регресійного аналізу) найбільш ймовірне значення з погляду закономірності, відбитої в моделі. Такий прогноз називається точковим і не враховує відхилень від закономірності в результаті впливу випадкових і не врахованих у моделі факторів.

Щоб врахувати в прогнозі вплив випадковості, крім точкових будується також інтервальний прогноз, в якому відхилення від закономірності в результаті випадкових впливів визначається границями довірчих інтервалів.

Висновки. В сучасних умовах необхідна система знань про основи економічного аналізу господарської діяльності, його методах і методології, вміти використовувати економіко-логічні й економіко-математичні методи і моделі при вивченні економічних процесів, що відбуваються на виробничих підприємствах, навчитися методики аналізу головних показників, що характеризують

господарську діяльність підприємства, з метою прийняття обґрунтованих управлінських рішень. Це дозволить освоїти методику і методологію побудови аналізу і використання у своїй практичній діяльності моделей об'єкта дослідження, а також придбати навички практичної роботи з ними, направити творчу думку на удосконалювання організації і методики економічного аналізу відповідно до вимог теорії і практики ринкового господарства.

### Література

1. Ермольев Ю.М. Стохастические модели и методы в экономическом планировании / Ю.М. Ермольев, А.И. Ястремский. – М.: Наука, 1979. – 256 с.
2. Орлова И.В. Экономико-математические методы и модели. Выполнение расчетов в среде EXCEL: Практикум: Учеб. пособие для вузов / И.В. Орлова. – М.: ЗАО «Финстатинформ», 2000. – 136 с.
3. Родионов Н.В. Основы финансового анализа: математические методы, системный подход / Н.В. Родионов, С.П. Радионова. – СПб.: Альфа, 1999. – 592 с.
4. Горчаков А.А. Методы экономико-математического моделирования и прогнозирования в новых условиях хозяйствования: Учеб. пособие / А.А. Горчаков, И.В. Орлова, В.А. Половников. – М.: ВЗФЭИ, 1991. – 92 с.
5. Айвазян С.А. Прикладная статистика: Основы моделирования и первичная обработка данных: Справ. изд. / С.А. Айвазян, И.О. Енюков, Л.Д. Мешалкин. – М.: Финансы и статистика, 1983. – 471 с.

**Ие О.Н., Онопченко С.В. Моделирование взаимосвязей финансово-экономических показателей.**

В статье изложена методика моделирования взаимосвязей финансово-экономических показателей.

*Ключевые слова:* связь, корреляция, модель, регрессия, гипотеза, критерий, ошибка, прогноз.

**Ie O.N., Onopchenko S.V. Modeling the relationship between finance and economic indicators.**

The method of modeling the relationship between finance and economic indicators is expounded in the article.

*Keywords:* relationship, correlation, model, regression, hypothesis, test, error, prognosis.

**Іє Ольга Миколаївна**, к.ф.м.н., доцент кафедри математичного аналізу та алгебри Луганського національного університету імені Тараса Шевченка

**Онопченко Світлана Володимирівна**, асистент кафедри інформаційних технологій та систем Луганського національного університету імені Тараса Шевченка

Рецензент Хмель Валерій Петрович, к.п.н., доц., ЛНУ імені Т. Шевченка.

*Стаття подана 09.03.2011.*