

# РОЗДІЛ II

## МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

---

### **2.1 Оптимізаційні багатосекторні моделі ринкової економіки**

### **2.2 Визначення ключових бізнес-процесів підприємства**

### **2.3 Використання сучасних інформаційних технологій для цілей економічного аналізу та управління**

### **2.4 Застосування інформаційних технологій в управлінні інвестиційною діяльністю сільськогосподарського підприємства**

### **2.1 Оптимізаційні багатосекторні моделі ринкової економіки**

На даний час ринкова економіка ставить перед дослідниками і практиками множину проблем. Це – визначення оптимальної поведінки її учасників (перш за все виробників і споживачів), ролі держави і банківської системи, процеси регулювання цін та стримування інфляції, забезпечення досконалої конкуренції і приборкання ринкової стихії, визначення пропорцій між споживанням і інвестиціями та багато іншого. На ці задачі накладаються також соціальні проблеми, що робить їх змістовний аналіз практично неможливим, а помилки ухвалення рішень в цій області можуть бути катастрофічними для суспільства. Дослідження в цих напрямках продовжуються, а роль в їх розв’язанні математичних методів зростає. Частина відповідей на вказані проблеми отримана в роботах з математичної економіки [1–2]. Проте розглянуті підходи не є комплексними і не розглядають все різноманіття ринкових проблем в рамках однієї складної моделі. Це привело до того, що дослідження в області економіки переживають кризу [3–4]. Вихід з неї

можливі шляхом побудови загальних математичних моделей сучасної ринкової економіки і їх комп'ютерного моделювання [5–7].

Відомі моделі Леонтьєва та фон Неймана істотно спрощують реальну дійсність, де розв'язуються в основному задачі збалансованого зростання економіки для фіксованих технологій. Число учасників ринку в них обмежено, і явно не визначаються функції таких його учасників, як банки і держава. В моделях Вальраса не визначені явно функції корисності, які необхідно задавати для кожного споживача. Обсяг корисної інформації для учасників ринку по розробці ними ефективних управлінських рішень є обмежений. Деякі сучасні дослідження для моделювання ринкової економіки використовують моделі оптимального управління або теорії ігор, але їх чисельна реалізація для реальних розмірів простору задач проблематична. Все це вимагає розробки нових математичних моделей ринку, які в більшій мірі відповідали б реальній дійсності. Побудовані нижче математичні моделі ринку є білінійними. Проте при фіксованих значеннях керуючих параметрів вони будуть лінійними, що дозволяє знайти оптимальні значення інших параметрів, і таким чином визначити оптимальне функціонування даної складної системи ринкової економіки.

Розглянемо особливості моделювання складних систем. Складні системи можна розбити на два класи: природні та штучні. Всесвіт є природною системою, в то же час, як економіка – штучною. Усі системи функціонують у відповідності до заданого критерію. Але, якщо штучні системи побудовані та функціонують у відповідності з локальними умовами оптимальності, то штучні системи, які створює людина, повинні задовольняти глобальним умовам оптимальності. З цього витікає висновок, що призначення людини удосконалити світ, тобто зробити його більш оптимальним. Іншими словами, природа знаходить переважно локальні розв'язки, в той же час, як людина може знаходити глобальні розв'язки в складних системах.

Кожна складна система має внутрішню і зовнішню складність. Можна допустити, що сумарна складність системи є константою. Внутрішня складність

системи – це складність її внутрішньої структури, а зовнішня – це складність управління даною системою. Природно, ми повинні прагнути до зниження зовнішньої складності за рахунок збільшення внутрішньої складності.

Постановка задачі та її математична модель. Розглядається динамічна модель ринкової економіки зі всіма учасниками ринку: постачальниками сировини, виробниками, споживачами, банками і державою. На відміну від класичних моделей, споживачі характеризуються не функцією корисності, а нішею ринку за кожним товаром [8].

Вхідними даними математичної моделі є: початковий капітал кожного учасника ринку, витрати виробництва, початкові ціни, ніші ринків по кожному товару, технологічні матриці, відсоткові ставки за кредитами, депозитами і цінними паперами, пропорції розподілу бюджету. Математична модель описує взаємодії всіх учасників ринку на заданому інтервалі часу і має наступний вигляд. Необхідно максимізувати прибуток виробників:

$$\max \left\{ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (p_i y_{ij} - s_i x_{ij}) + A_1(m) - B_1(m) - G_1(m) + H_1(m) + V(m) - W(m) - Q(m) \right\}$$

при обмеженнях (доходи постачальників невід’ємні):

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^k s_i^0 u_{ij} \leq Q_0 + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{k-1} p_i^0 z_{ij} + A_0(k) - B_0(k-1) - G_0(k) + H_0(k-1) - Q_0(k)$$

доходи виробників невід’ємні

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k s_i x_{ij} \leq \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{k-1} p_i y_{ij} + A_1(k) - B_1(k-1) + V(k) - W(k-1) - G_1(k) + H_1(k-1) - Q_1(k)$$

доходи споживачів невід’ємні

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{k-1} p_i y_{ik} \leq P + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k \alpha_i x_{ij} - A_2(k) - B_2(k-1) - G_2(k) + H_2(k-1) + u(1+\sigma)Q(k)$$

доходи банків невід’ємні

$$K + (1 - \beta)(-A(k) + B(k-1) + G(k) - H(k-1)) + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k \gamma s_i x_{ij} + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{k-1} \gamma p_i y_{ij} - M(k) + O(k-1) \geq 0$$

доходи бюджету невід'ємні

$$V(k) - W(k-1) - M(k) + O(k-1) \leq R + v(1 + \sigma)Q(k),$$

скрізь  $k = 1, \dots, m$ .

Параметрами моделі є

$n$  – кількість видів товару,

$m$  – кількість виробничих циклів,

$Q_0$  – початковий капітал постачальників сировини,

$Q$  – початковий капітал виробників,

$R$  – початковий капітал споживачів,

$K$  – початковий капітал банків,

$R$  – початковий капітал бюджету,

$x_{ij}$  – обсяг виготовленого  $i$ -го товару у  $j$ -му періоді,

$y_{ij}$  – обсяг реалізованого  $i$ -го товару у  $j$ -му періоді,

$s_{i0}$  – витрати на виробництво  $i$ -го товару постачальниками,

$p_{i0}$  – ціни  $i$ -го товару постачальників,

$s_i$  – витрати на виробництво  $i$ -го товару,

$p_i$  – ціни  $i$ -го товару,

$R_i$  – ніша ринку  $i$ -го товару,

$A_0(k)$  – кредити комерційних банків за  $k$  періодів, одержані постачальниками,

$A_1(k)$  – кредити комерційних банків за  $k$  періодів, одержані виробниками,

$A_2(k)$  – кредити комерційних банків за  $k$  періодів, одержані споживачами,

$B_0(k)$  – повернені кредити разом з відсотками по них за  $k$  періодів, одержані постачальниками,

$B_1(k)$  – повернені кредити разом з відсотками по них за  $k$  періодів, одержані виробниками,

$B2(k)$  – повернені кредити разом з відсотками по них за  $k$  періодів, одержані споживачами,

$V(k)$  – кредити центрального банку за  $k$  періодів, одержані виробниками,

$W(k)$  – повернені кредити разом з відсотками по них за  $k$  періодів, одержані виробниками,

$G0(k)$  – депозити, перераховані в банк постачальниками за  $k$  періодів,

$G1(k)$  – депозити, перераховані в банк виробниками за  $k$  періодів,

$G2(k)$  – депозити, перераховані в банк постачальниками за  $k$  періодів,

$H0(k)$  – повернені депозити постачальникам разом з відсотками за  $k$  періодів (відсотки нараховуються в кінці кожного періоду),

$H1(k)$  – повернені депозити виробникам разом з відсотками за  $k$  періодів (відсотки нараховуються в кінці кожного періоду),

$H2(k)$  – повернені депозити споживачам разом з відсотками за  $k$  періодів (відсотки нараховуються в кінці кожного періоду),

$Q0(k)$  – податки на постачальників за  $k$  періодів,

$Q1(k)$  – податки на виробників за  $k$  періодів,

$M(k)$  – цінні папери, продані центральним банком комерційним банкам за  $k$  періодів,

$O(k)$  – повернуті цінні папери за  $k$  періодів разом з відсотками (відсотки нараховуються після кожного періоду),

$\alpha$  – частина витрат виробників, які повертаються на ринок у вигляді заробітної платні,

$\beta$  – частина активів комерційних банків, які складають витрати і резерви,

$\gamma$  – частина відрахувань комерційним банкам від проходження сум за їх рахунками,

$\delta$  – частина прибутку підприємств, що направляється на інвестування,

$\sigma$  – частина бюджету, що складається з неподаткових надходжень,

$\iota$  – витратна (соціальна) частина бюджету,

$\nu$  – частина бюджету, що направляється на інвестиції.

Ніша за кожним видом товарів на плановому періоді не може бути переповненою

$$\sum_{j=1}^m y_{ij} \leq R_i, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

Ринкова економіка функціонує впродовж перебігу  $m$  виробничих періодів. Обсяг виготовленої продукції кожного з  $n$  товарів визначається технологічною матрицею  $A$  порядку  $n \times N$  за допомогою співвідношення  $x = Az$  (або  $x = (I - A)z$ ).

Вихідними параметрами розглянутої моделі в кожному виробничому періоді є:  $u_{ij}$  – обсяги сировини  $i$ -го вигляду в  $j$ -му періоді,  $z_{ij}$  – поставки продукції виробникам, виробництво і реалізація кожного товару ( $x_{ij}$ ,  $y_{ij}$ ), обсяги кредитів, депозитів, цінних паперів, надходжень і витрат бюджету.

Обсяги кредитів, депозитів, цінних паперів, розраховуються по наступним формулам

$$A(k) = \sum_{j=1}^k \sum_{r=1}^{m-j+1} K_{jr}, \quad k = 1, \dots, m,$$

де  $K_{jr}$  – кредит, виданий на початку  $j$ -го періоду на  $r$  періодів

$$B(k) = \sum_{j=1}^k \sum_{r=1}^{k-j+1} (1 + d_r) K_{jr}, \quad k = 1, \dots, m,$$

$$G(k) = \sum_{j=1}^k \sum_{r=1}^{m-j+1} Z_{jr}, \quad k = 1, \dots, m,$$

де  $Z_{jr}$  – вкладений депозит, виданий на початку  $j$ -го періоду на  $r$  періодів

$$H(k) = H(k-1) + \sum_{i=1}^k \sum_{j=k-i+1}^{m-i+1} Z_{ij} r_j + \sum_{j=1}^k Z_{jk-j+1}, \quad k = 1, \dots, m.$$

Формули для цінних паперів аналогічні депозитним.

Розглядатимемо три види податків: відрахування з фонду оплати праці (соціальний податок), податок на прибуток і податок на додану вартість (ПДВ). Нехай  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$  – відповідні ставки розглянутих вище податків, тоді не складно обчислити їх значення за  $k$  минулих періодів.

Відрахування з фонду оплати праці визначається формулою

$$F(k) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k \lambda_1 q s_i x_{ij}, \quad k = 1, \dots, m,$$

до якої входять відрахування до Пенсійного фонду, соціального страхування, фонду зайнятості, прибуткового податку. Параметр  $q$  визначає, яку частину витрат складає фонд оплати праці підприємства.

Для обчислення ПДВ необхідно враховувати матеріальні витрати, за яким уже нарахований відповідний податок. Вони складають частину  $(1 - q)$  у витратах. Тому цей податок дорівнює

$$D(k) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k \lambda_3 (p_i y_{ij} - (1 - q) s_i x_{ij}), \quad k = 1, \dots, m.$$

Податок на прибуток обчислюється останнім і дорівнює

$$L(k) = \lambda_2 \left\{ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k (p_i y_{ij} - s_i x_{ij}) - F(k) - D(k) \right\}, \quad k = 1, \dots, m.$$

Очевидно, що податки є додатковими витратами для підприємств з одного боку, і використовуються для фінансування бюджетної сфери, інвестування пріоритетних галузей, для матеріального забезпечення бюджету і загальнодержавних потреб. Таким чином, податки через заробітну платню та інвестиційні банки повертаються знову на ринок. Введемо позначення:  $Q(k) = F(k) + L(k) + D(k)$ , звідки одержуємо наступну формулу

$$Q(k) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k [(1 - \lambda_2)(\lambda_1 q - \lambda_3(1 - q)) - \lambda_2] s_i x_{ij} + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k (\lambda_2 - \lambda_2 \lambda_3 + \lambda_3) p_i y_{ij}$$

Розглянута система податків не є єдино можливою. Більш простою схемою може бути введення єдиного податку із ставкою  $\lambda$ , який розраховуватиметься за формулою:

$$Q(k) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k \lambda p_i y_{ij}$$

Як критерій функціонування ринкової економіки розглядалася також максимізація ВВП (внутрішнього національного продукту):

$$\max_y \sum_{i=1}^n p_i (\sum_{j=1}^m y_{ij} - R_i)$$

При фіксованих значеннях деяких параметрів (банківські відсотки по кредитам і депозитам, по цінним паперам і ін.), розглянута модель є лінійною і ефективно розв'язується методами лінійного програмування. Розмірність розглянутої задачі:  $5(m + 1) + 2n$  обмежень і  $2(n + N) + 5m(m + 1)$  змінних. Розроблено програмне забезпечення Excel\_SP даної моделі з вбудованою мовою математичного моделювання та реалізацією ефективних методів оптимізації, яке дозволяє по таблиці початкових даних на листі Excel будувати матрицю обмежень задачі лінійного програмування, розв'язувати цю задачу і формувати таблиці та графіки вихідних даних.

За допомогою розглянутої моделі на ПЕОМ досліджувалися практично всі складові ринкової економіки: вплив інвестицій, банківських відсотків, податків, конкуренції, зростання заробітної платні і інфляції, витрат держбюджету і кредитно-грошову політику ЦБ та ін. Розглянемо, яким чином в даній моделі враховується кожна з цих проблем.

Інвестиції підприємств вкладались в удосконалення технологій виробництва, розробку нових товарів та рекламу. Удосконалення технологій



призводить до зниження собівартості виготовлення продукції, розробка нового товару (замість старого) збільшує собівартість і ціну, вкладення в рекламу розширює нішу відповідного товару. При цих умовах, весь плановий період розбиваємо на дві частини. На першому етапі частину прибутку направляємо на інвестування, а на другому – змінюємо параметри моделі відповідно до вигляду інвестицій. По сумарному критерію, визначаємо ефективність інвестицій. Для визначення оптимальних вкладень в інвестиції та їх структури були проведені значні чисельні експерименти. При цьому в модель вносились наступні зміни (при трьох учасниках ринку). Цільова функція мала вигляд:

$$\max \left\{ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (p_i y_{ij} - s_i x_{ij}) + A(m) - B(m) - G(m) + H(m) - \sum_{i=1}^n u_i \right\}, \quad (1)$$

де  $u_i$  – обсяг реклами в  $i$ -й товар, при наступних обмеженнях.

Витрати не перевищують наявних засобів:

$$(1 + \gamma) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k s_i x_{ij} - (1 - \gamma) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{k-1} \delta p_i y_{ij} - A_1(k) + B_1(k-1) + G_1(k) - H_1(k-1) \leq Q, \quad k=1, 2, \dots, m \quad (2)$$

Тут величина  $\delta$  визначає, яка частка доходу підприємства використовується на подальше виробництво в  $j$ -му виробничому циклі. Тоді частина  $1 - \delta$  від прибутку підприємства направляється на інвестиції. Параметр  $\delta$  в даній моделі є керуючим і визначає ефективність інвестицій підприємства.

Реалізація не перевищує капітали, що є на ринку:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{k-1} p_i y_{ik} \leq P + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k \alpha_i s_i x_{ij} + A_2(k) - B_2(k-1) - G_2(k) + H_2(k-1), \quad k=1, 2, \dots, m \quad (3)$$

З врахуванням кредитів та депозитів, активи банків на початку  $k$ -го періоду обмежені співвідношенням:

$$0 \leq K + (1 - \beta)(-A(k) + B(k-1) + G(k) - H(k-1) + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k \gamma s_i x_{ij} + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{k-1} \gamma p_i y_{ij}), \quad k=1, 2, \dots, m, \quad (4)$$

Ніша ринку по кожному товару не може бути переповнена на плановому періоді.

$$\sum_{j=1}^m y_{ij} \leq R_i + \rho \frac{u_i}{p_i}, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (5)$$

де:  $\rho$  – коефіцієнт ефективності реклами.

Перспективи підприємств у конкурентному середовищі ринку визначались по аналогічній моделі для декількох підприємств, що випускають однотипну продукцію. Задача полягає в тому, яким чином розподілити загальні ресурси підприємств: нішу ринку, капітал банку та капітал споживачів. Запропоновано наступний алгоритм перерозподілу ресурсів. Спочатку всі названі ресурси розподілялись серед підприємств порівну. Після розв'язання задачі (1)–(5) для кожного з підприємств, визначалась частка ніш по кожному товару і кожному підприємству, яка не була заповнена. Невикористані ніші додавались і розподілялись порівну серед тих підприємств, які свої ніші заповнили. В тих же пропорціях розподілялись серед підприємств і другі загальні ресурси. Чисельні експерименти показали швидку збіжність даного алгоритму, але при цьому через деякий час на ринку залишалось тільки одне підприємство. Для ліквідації монополізму даний алгоритм було модифіковано і для кожного підприємства був встановлений мінімальний обсяг загальних ресурсів. Це дало змогу подолати монополізм і на ринку залишались декілька підприємств, але їх ніші по кожному товару були різні.

Для дослідження оптимального впливу параметрів монетарної політики, податкової системи, розподілу бюджету, визначення рівня інфляції, розглянемо модель з учасниками ринку (виробники, споживачі, банки, держава). Для дослідження перерахованих проблем, критерієм вибирався рівень ВВП. Монетарна політика включає визначення оптимальних значень наступних параметрів: розподіл бюджету, процентних ставок по кредитам, депозитам і цінним паперам, резервна ставка центрального банку, рівень емісії, рівень

торгівлі валютою. Відповідні керуючі параметри присутні в моделі. Необхідно знайти:

$$\min_y \sum_{i=1}^n p_i (R_i - \sum_{j=1}^m y_{ij})$$

при наступних обмеженнях.

Доходи підприємств невід'ємні:

$$(1+\gamma) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k s_i x_{ij} \leq Q + (1-\gamma) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{k-1} \delta p_i y_{ij} + A_1(k) - B_1(k-1) + V(k) - W(k-1) - G_1(k) + H_1(k-1) - Q(k), k=1,2,\dots,m$$

Купівельна спроможність ринку обмежує величину продаж продукції

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{k-1} p_i y_{ij} \leq P + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k \alpha s_i x_{ij} + A_2(k) - B_2(k-1) - G_2(k) + H_2(k-1) + u(1+\sigma)Q(k-1) + \sum_{j=1}^k \omega_1 v_j - \sum_{j=1}^k \omega_2 w_j, k=1,2,\dots,m$$

Вводимо нові змінні  $v_k$  і  $w_k$  рівні відповідно кількості проданої та купленої валюти в  $k$ -му періоді. Необхідно ввести також вхідні параметри курсу покупки та продажу валюти, які ми позначатимемо відповідно через  $\omega_1$  і  $\omega_2$ .

Резерви банків, доступні для кредитів в  $k$ -му періоді, не можуть бути від'ємними:

$$0 \leq K + (1-\beta)(-A(k) + B(k-1) + G(k) - H(k-1) + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k \gamma s_i x_{ij} + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{k-1} \gamma p_i y_{ij} - M(k) + O(k-1)) - \sum_{j=1}^k \omega_1 v_j + \sum_{j=1}^k \omega_2 w_j, k=1,\dots,m.$$

Звісно, що резерви центрального банку також обмежені, що виражається наступними умовами:

$$V(k) - W(k-1) - M(k) + O(k-1) \leq R + \rho G(k), k=1,2,\dots,m$$

Параметр  $\rho$  визначає частину резервної ставки центрального банку, яка визначається обсягом депозитів комерційних банків.

Останнє обмеження можна замінити наступним:

$$V(k) - W(k-1) - v(M(k) - O(k-1)) \leq v(1 + \sigma)Q(k) + R, \quad k = 1, 2, \dots, m$$

яке означає, що доходи бюджету невід'ємні.

Таким чином, одержано білінійну модель ринкової економіки, яка при фіксованих значеннях керуючих параметрів ( $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \rho, \sigma, u, v, \omega_1, \omega_2$ ) стає лінійною. Залежно від конкретної проблеми ринку, вибираються приведені обмеження і їх компоненти, що породжує множину моделей. За допомогою даної моделі досліджувались проблемні питання ринкової економіки – інвестицій, економічного росту, інфляції, монетарної та податкової політики, конкуренції, рівноваги та ін. В цих дослідженнях визначались оптимальні значення змінних моделі ринкової економіки, яка функціонувала протягом фіксованого часу, потім на основі аналізу попереднього періоду визначались значення керуючих параметрів для наступного періоду і т.д.

Враховуючи складність запропонованих моделей ринкової економіки, їх аналіз проводився шляхом виконання великої кількості експериментів при різних початкових даних. Ці експерименти дали можливість знайти закономірності розвитку ринкової економіки.

Таким чином, за результатами дослідження можна сформулювати наступні висновки:

1. Запропоновані багатосекторні задачі ринкової економіки. Ці моделі є білінійними, а при фіксованих значеннях керуючих параметрів – лінійними. Для моделей ринкової економіки істотним є вибір початкових даних  $Q, P, K, R$ . Існує мінімальний набір цих даних, при якому економіка буде працювати. Змінні системи: обсяг виробництва, реалізації, кредитів, депозитів, цінних паперів, зовнішніх запозичень, відносяться до змінних стану системи, а решта параметрів, що стосуються процентних ставок, відносяться до параметрів

управління. На відміну від стандартної задачі дискретного оптимального управління, параметри стану тут не визначаються з різницевих рівнянь, а знаходяться одночасно. Проте, якщо модель продовжити на наступні планові періоди при обчисленні сумарного критерію, то значення змінних стану попереднього періоду при фіксованих параметрах управління однозначно визначатимуть значення змінних стану наступного виробничого циклу. Таким чином, плановий період в даній моделі можна продовжити до нескінченності, перераховуючи кожного разу на кінець інтервалу планування значення початкових умов.

2. Для ефективного зростання економіки соціальна складова бюджету повинна бути достатньо великою; ринковій економіці властивий монополізм, проте резервування мінімальної кількості загальних ресурсів за кожним підприємством ліквідує монополізм; у витратах на рекламу (реклама збільшує нішу ринку відповідного товару), перш за все, зацікавлені споживачі.

Чисельні експерименти з даною моделлю ринкової економіки показали, що спрощення обмежень знижує її стійкість.

**Список літератури:** 1. *Моришима М.* Равновесие, устойчивость, рост / *М. Моришима*; пер. с англ. *В.А. Булавского, Б.А. Вертгейма, А.М. Рубинова*; под ред. *В.Л. Макарова*. – М.: Наука, 1972. – 280 с. 2. *Никайдо Х.* Выпуклые структуры и математическая экономика / *Х. Никайдо*; пер. с англ. *А.В. Малишевского*; под ред. *Э.М. Бравермана*. – М.: Мир, 1972. – 519 с. 3. *Полтерович В.М.* Кризис экономической теории / *В.М. Полтерович*. – М.: ЦЭМИ РАН, 2002. – С. 1–23. 4. *Балацкий Е.В.* Мировая экономическая наука на современном этапе: кризис или прорыв? / *Е.В. Балацкий* – М.: Научное издание. – 2001. – №2. – С. 1–20. 5. *Косолап А.И.* Математическое моделирование и оптимизация сложных детерминированных систем: монография / *А.И. Косолап*. – Д.: ДГУ, 1999. – 176 с. 6. *Косолап А.И.* Выпуклый анализ и многоэкстремальные задачи: монография / *А.И. Косолап*. – Дн-ск: ДНУ. – 2007. – 280 с. 7. *Косолап А.И.* Математическое моделирование динамики экономико-социальных систем / *А.И. Косолап* // Социальные процессы и математическое моделирование. – Дн-ск: ДГУ, Т. 1, №2, 2000, –С. 130–143. 8. *Косолап А.И.* Вступ до математичної економіки. Навчальний посіб. / *А.И. Косолап*. – Дн-ск: ДНУ, 2002. – 96 с.

## **2.2 Визначення ключових бізнес-процесів підприємства**

Динамічні зміни зовнішнього і внутрішнього середовища підприємства вимагають вдосконалення його систем управління та інформаційних систем. Одним із сучасних напрямів створення ефективної інформаційної системи управління підприємством є процесний підхід. В роботі запропоновано

процесний підхід, як основу для формування системи управлінського обліку на промисловому підприємстві. Процесний підхід розглядається на основі класичної послідовності трансформацій: гроші – товар – продукт 1 – продукт 2 - ... - продукт N – гроші ', як послідовності результатів бізнес-процесів підприємства. Подібні послідовності бізнес-процесів в роботі названі наскрізними бізнес-процесами. Вони відображають етапи фінансового та життєвого циклів продуктів (послуг) підприємства, а саме: постачання матеріалу (сировини) - виробництво продуктів (послуг) - реалізацію. Найбільш повна послідовність етапів наскрізних бізнес-процесів включає: маркетингові дослідження - проектування і розробку продуктів (модифікація продуктів) - постачання ресурсів (уключаючи зовнішні логістичні процеси) - виробництво (уключаючи внутрішні логістичні процеси) - реалізацію (уключаючи зовнішні логістичні процеси) - супровід. У даному випадку, підприємство також розглядається як єдина виробничо-збутова система, що зв'язує воедино такі сфери як маркетинг - розробка нових виробів (НДДКР) - постачання - виробництво - збут - доставку продукції споживачеві - сервісне обслуговування. На підприємстві можна визначити таку кількість наскрізних бізнес-процесів, яка відповідає кількості технологічно або логістично різнорідних продуктів, послуг.

Відзначимо основні положення процесного підходу, які використовуються в роботі:

- визначення бізнес-процесів у рамках «наскрізної» діяльності підприємства, що представляє послідовність перетворень предметів праці в процесі створення їх споживчої вартості;
- управління ланцюгом наскрізних бізнес-процесів, що здійснюється шляхом створення нових організаційних структур - процесних команд;
- удосконалення якості праці за рахунок підвищення відповідальності учасників бізнес-процесу за кінцевий результат наскрізного бізнес-процесу.

Процесний підхід дозволяє розглянути управління як безперервну послідовність взаємопов'язаних управлінських функцій, які об'єднані

сполучними процесами комунікації (тобто обміну інформацією) і прийняття рішення. Якщо підприємство орієнтується на процесний підхід (оскільки процеси дозволяють виявити наскрізні види діяльності, орієнтовані на клієнта), то інформація є не тільки ресурсом, але також і найбільш "вузьким" місцем для підтримки процесів. При виконанні певних процедур або функцій процесу інформація є не тільки складовою управління процесом, а й визначає характеристики виконання процесу. Вона повинна використовуватися для оцінки процесу і поліпшення його якості. Результатом здійснення бізнес-процесу є не тільки кінцевий продукт або послуга, але також їх інформаційний образ і інформація про сам бізнес-процес.

Слід зазначити, що інформаційний аспект бізнес-процесу існує об'єктивно і нерозривно пов'язаний з системою вимірювання бізнес-процесів. Система вимірювання бізнес-процесів включає в себе:

- критерії, що визначають межі бізнес процесів;
- осі вимірювання, що характеризують цілі опису та представлення бізнес-процесів;
- шкали вимірювання.

Властивості інформації бізнес-процесу залежить від наступного:

- засобів спостереження та вимірювання інформації, засобів і технологій передачі, обробки та надання інформації;
- цілей, а, отже, потреб клієнтів (користувачів) інформації.

Слід зазначити, що кількість інформації про бізнес-процес залежить від ступеню його формалізації. Відповідно до теорії Шенона, інформаційна ентропія події (результату процесу) тим нижче, чим вище ймовірність (визначеність) його здійснення. Тобто чим вище ступінь формалізації бізнес-процесу (рівень його декомпозиції), тим менше необхідно інформації для його опису. Для структуризації інформації щодо бізнес-процесу будемо використовувати нотації стандарту IDEF0. Таким чином, всю інформацію про бізнес-процесі можна класифікувати як:

- інформацію про вхідні ресурси бізнес-процесу (інформацію про результати попередніх бізнес-процесів, інформацію про матеріали, напівфабрикати, комплектуючі, фінансові ресурси і т.п.);

- інформацію про процес перетворення (тривалість процесу, частота);

- інформацію про механізми перетворення (характеристики виконавців бізнес-процесів, обладнання (матеріальні активи), технології та методики (нематеріальний актив), характеристики забезпечення (за видами забезпечення));

- інформацію про управляючі впливи, що включає нормативні та планові показники (індикатори) здійснення бізнес-процесу (процесу перетворення), тобто планові показники тривалості і частоти процесу.

- інформацію про результат бізнес-процесу - значення характеристик (індикаторів) результату бізнес-процесу.

Для можливості здійснення інформаційної підтримки бізнес-процесів пропонується формалізувати бізнес-процеси за допомогою введення наступних інформаційних проекцій (координат):

- технологія - дозволяє описати технологічні особливості бізнес-процесів.

- розташування - дозволяє описати територіальне розміщення бізнес-процесу або його локалізувати в рамках системи підприємства.

- час - дозволяє визначити часові характеристики бізнес-процесу (тривалість, початок, закінчення).

- організація - дозволяє визначити форму організації та управління бізнес-процесом (ієрархія, команда, виконавець).

- клієнти - дозволяє персоніфікувати одержувача результату бізнес-процесу.

- результат - дозволяє якісно і кількісно описати результат, а також оцінити його якість.

Перетином проекцій є набір характеристик, які слід врахувати в інформаційній системі управління (таблиця 1).



## Інформаційні проекції (координати) для опису бізнес-процесу

	Технологія	Простір	Час	Організація	Клієнти	Результат
Технологія		Завод, Цех, Ділянка, Лінія, Верстат (деталізація технологічного процесу)	Тривалість технологічного процесу	Структура виробництва (зв'язки між підрозділами, процесами)	Потреба в процесі	Продукт технологічно го процесу
Простір	Завод, Цех, Ділянка, Лінія, Верстат (деталізація технологічного процесу)		Універсальні координати процесу в часі і в просторі	Структура процесу (подання процесу, деталізація)	Логістика (маркетинг) процесу	Завершення процесу
Час	Тривалість технологічного процесу	Універсальні координати процесу в часі і в просторі				
Організація	Структура виробництва (зв'язки між підрозділами, процесами)	Структура процесу (подання процесу, деталізація)			Наскрізний бізнес-процес	Управління процесом
Клієнти	Потреба в процесі	Логістика (маркетинг) процесу		Наскрізний бізнес-процес		Споживча вартість бізнес- процесу
Результат	Продукт технологічного процесу	Завершення процесу		Управління процесом	Споживча вартість бізнес- процесу	

Економічним результатом бізнес-процесу слід визначити додану вартість, як основний показник ефекту реалізації бізнес-процесу. Наскрізні бізнес-процеси будуються за принципом формування максимальної доданої вартості продукту в процесі перетворення вихідного предмета праці (сировини) шляхом зміни (поліпшення) споживчих властивостей отриманого продукту, і як наслідок - формування максимальної споживчої вартості продукту. Згідно з визначенням, додана вартість є додатково створеною вартістю в процесі доопрацювання, переробки та просування товару на ринок. Кількісно додана вартість обчислюється як різниця між доходами від продажу і вартістю сировини, матеріалів, комплектуючих та послуг, які підприємство сплатило для виробництва товару. Відповідно до прийнятої методики, до складу доданої вартості, поряд із створеними на підприємствах еквівалентами доходів,

включаються також і амортизаційні відрахування, оскільки вони розглядаються як фактор, що створює вартість продукції.

Слід зазначити, що додана вартість формується на всіх етапах перетворення предмета праці в продукт. Додана вартість продукту може бути визначена для бізнес-процесу «поставка» на основі транспортно-заготівельних витрат, для бізнес-процесу «виробництво» - на основі витрат, безпосередньо пов'язаних з технологічним перетворенням предмета праці в споживчий продукт, для бізнес-процесу «реалізація» - на основі витрат пов'язаних з реалізацією продукту. Найбільший внесок у величину доданої вартості здійснюється на етапі «виробництво». У даному випадку, величина доданої вартості залежить від таких факторів як кількість технологічних операцій, їх тривалість, нормативи по кожній операції, вартість устаткування і оснащення, вартість технологічної електроенергії і т.п. Існуючий регламент бухгалтерського обліку та аудиту заснований на рознесенні вартості за строго встановленими статтями витрат, у якості яких виступають наступні об'єкти: фонд зарплати, адміністративні витрати, витрати на відрядження, накладні витрати тощо. Позитивною стороною даного підходу є регламентація обліку щодо статей ПСБО, а також можливість формування стандартної фінансової звітності. Негативною особливістю існуючого підходу в обліку є відсутність структурності і системності у формуванні та управлінні доданою вартістю продуктів та послуг підприємства. Так, наприклад, прямі витрати досить точно можуть бути розраховані в рамках доданої вартості наскрізних бізнес-процесів, однак, непрямі витрати не відображають реальні процеси, пов'язані з виробництвом продукту або його реалізацією. Отже, для здійснення оцінки (прогнозування) величини доданої вартості підприємства, а також оцінки (прогнозування) результатів господарської діяльності підприємства в межах наскрізних бізнес-процесів слід використовувати інші підходи в обліку на підприємстві. Одним з методів обліку додаткової вартості продукту є метод функціонально-вартісного аналізу (ФВА). У класичному сенсі метою ФВА є оцінка ефективності об'єкту управління, яка визначається як «цінність за

гроші». У даному випадку «цінність» - значимість результату діяльності об'єкта управління для споживача, «гроші» - витрати виробника. З точки зору управління складною системою (якою є підприємство) мета застосування методу ФВА зводиться до оцінки, аналізу та підвищення ефективності системи або за рахунок зниження витрат, або за рахунок підвищення значимості результатів діяльності об'єкта управління (виробів, продуктів, послуг), або і того, й іншого. Слід зазначити, що немає суперечності між принципом максимізації доданої вартості продукту і метою ФВА - зниження витрат підприємства. У першому випадку, управління бізнес-процесами націлене на максимізацію результату (прибутку), у другому - досягається конкурентна перевага за рахунок зниження витрат. Збільшення (зменшення) доданої вартості продукту в рамках бізнес-процесів залежить, в першу чергу, від вимог клієнтів на всіх етапах перетворення і споживання (придбання) даного продукту. Отже, саме попит клієнтів визначає можливість збільшення доданої вартості для наскрізного бізнес-процесу.

У рамках сучасного менеджменту якості для оцінки наскрізних бізнес-процесів пропонується використовувати такі поняття, як результативність та ефективність бізнес-процесу. Згідно [2, 3], результативність - це ступінь реалізації запланованої діяльності та досягнення запланованих результатів, а ефективність - це відношення між досягнутим результатом і ресурсами, які були використані. У контексті методу ФВА, розглянутого в рамках менеджменту якості, результативність - це характеристика системи, що визначається як її здатність здійснювати процеси, результати яких задовольняють клієнтів (споживачів), а ефективність, - це характеристика, яка визначає ступень оптимальності реалізації цих процесів.

Визначимо основні фази функціонально-вартісного аналізу бізнес-процесів, які необхідно здійснити для розробки відповідної системи обліку на підприємстві.

Перша фаза використання методу ФВА: побудова структурної моделі діяльності організації. Організація є складною системою. Діяльність

підприємства складається з безлічі структурованих процесів, взаємопов'язаних в рамках мережі процесів підприємства [4, 5]. Таким чином, опис мережі процесів підприємства включає перелік процесів і перелік взаємозв'язків між процесами. У рамках моделі для представлення процесу використовується поняття «функціональний блок». Функціональний блок містить найменування процесу, а також опис всіх елементів підприємства, пов'язаних з виконанням цього процесу:

- виходи процесу (продукт та / або послуга);
- входи процесу (сировина, матеріали, дані), тобто ті ресурси, які в рамках процесу переробляються і перетворюються у виходи;
- механізми процесу, тобто ті ресурси, які не переробляються в рамках процесу, але безпосередньо використовуються для його виконання; до них відносяться основні фонди, обладнання, співробітники і т.п.;
- управління процесу, які визначають умови, за яких процес виконується.

Процеси обмінюються один з одним ресурсами: ресурс з виходу одного процесу надходить на один з входів іншого процесу. Цей зв'язок має причинно-слідчу природу. У рамках моделі вона представляється у вигляді стрілки, яка з'єднує два функціональних блоку.

Складний характер причинно-наслідкових зв'язків між ресурсами і бізнес-процесами підприємства зумовлює і складний механізм перенесення вартості цих ресурсів та формування доданої вартості результату на виході процесу. У функціональній моделі IDEF0 для представлення складу і структури процесу використовується принцип декомпозиції. Функціональний блок, що описує процес, деталізується і представляється у вигляді дочірньої діаграми (карти) процесу. На діаграмі склад і структура процесу представляють набором взаємопов'язаних функціональних блоків, що описують види діяльності - підпроцеси щодо створення продукції. Деталізація процесу може здійснюватися до тих пір, поки внутрішня структура видів діяльності стане простою та прозорою. Після спрощення причинно-наслідкові зв'язки між ресурсами стає зрозумілими і доступними для аналізу.

Друга фаза використання методу ФВА - модель доданої вартості діяльності організації. Існуюча система обліку витрат в організації не оперує процесами та їх взаємодіями, об'єктами обліку є витрати на працю, амортизація обладнання, придбання основних засобів, вартість сировини і матеріалів, адміністративні витрати і т.п. Наприклад, між сировиною і готовою продукцією існує прозорий причинно-наслідковий зв'язок: сировина перетворюється в продукт, відповідно, вартість сировини повністю переноситься у вартість продукту. Між ресурсами, які використовуються в якості механізмів і управління, причинно-наслідкові зв'язки мають більш складну природу. Наприклад, в існуючій системі обліку витрат неможливо прямим способом визначити витрати управлінського персоналу у вартості кінцевої продукції, тобто неможливо визначити, як управління пов'язано з кінцевим результатом діяльності підприємства. У відмінності від існуючого обліку, метод ФВА дозволяє враховувати вартість ресурсів за місцем їх використання в рамках мережі процесів. Якщо розглянути наскрізний бізнес-процес, то можна виділити три складові вартості продукту: вартість сировини на вході наскрізного бізнес-процесу, вартість самого процесу і вартість продукту на виході процесу. Остання вартість включає в себе і додану вартість:

Вартість бізнес-процесу = вартість основних, управлінських і допоміжних процесів (додана вартість + знос знарядь праці + ресурси).

При цьому витратна складова доданої вартості процесу є сумарною вартістю операцій (в першу чергу витрати по оплаті праці), з яких формується цей процес:

$$\text{Додана вартість процесу} = \sum_{i=1}^N \text{вартість операції (i)}, \quad (1)$$

де N - кількість операцій у процесі.

В основі наведеної системи лежить поняття «носії витрат». Носій витрат - це фактор, що визначає кількість ресурсів, які споживаються процесом або функцією. За допомогою носія витрат встановлюється причинно-наслідковий і кількісний взаємозв'язок між ресурсом, функціями і процесами, в яких він використовується (витрачається). Слід зазначити, що додана вартість може бути отримана не тільки із основних, але і з процесів управління та забезпечення підприємства і передаватися в основні процеси. При цьому передача вартості може здійснюватися або безпосередньо з виходу такого процесу або через інші забезпечуючі або керуючі процеси.

Отримані в розділі теоретичні та практичні результати дослідження дозволяють зробити наступні припущення:

1. Розрахунок доданої вартості бізнес-процесів у рамках наскрізних бізнес-процесів виробництва та реалізації продукції (послуг) підприємства не можливо здійснити в рамках існуючого бухгалтерського обліку, орієнтованого на центри витрат.

2. Система обліку повинна бути комплексною і охоплювати всі бізнес-процеси підприємства - основні, забезпечуючі та управлінські.

3. Механізм обліку витрат для бізнес-процесів підприємства можливо побудувати на базі функціонально-вартісного аналізу (ФВА).

4. Проведення ФВА для наскрізного бізнес-процесу здійснюється на всіх його етапах в розрізі основних, управлінських і забезпечуючих процесів.

5. Проведення ФВА для системи процесів підприємства включає наступні етапи:

- побудова структурної моделі мережі процесів організації;
- ідентифікація окремих процесів: основних та процесів управління та забезпечення;
- регламентація виділених БП згідно класифікації бізнес-процесів підприємства:

- розробка паспорту бізнес-процесу на основі стандартів опису, в тому числі типових, згідно Міжнародної організації стандартизації (ISO) і американської організації якості (AQO);

- розрахунок доданої вартості для наскрізних бізнес-процесів підприємства (на основі ФВА).

Основною проблемою використання ФВА є відсутність моделі переходу від існуючої системи обліку (наприклад, за статтями, які групуються за підрозділам (центрам витрат)) і системи обліку доданої вартості бізнес-процесів. Відсутність «перемичок» між даними системами обліку не дає можливості обґрунтувати та прогнозувати ефективність використання процесного підходу на підприємствах.

Для підвищення ефективності ФВА пропонується використовувати модель прогнозування впливу доданої вартості по етапах наскрізних бізнес-процесів на споживчу вартість наскрізного бізнес-процесу (продукту), яка характеризується, в першу чергу, прибутком підприємства за даним продуктом.

Метою побудови моделі є отримання прогнозних значень прибутку підприємств, а також визначення тих етапів наскрізних бізнес-процесів, які максимально збільшують (зменшують) споживчу вартість продукту, такі бізнес-процеси в літературі носять назву ключових [4, 5].

Для побудови моделі визначимо наступні умови:

1. Для отримання даних щодо величини доданої вартості наскрізних бізнес-процесів підприємства необхідно визначити центри витрат, які максимально близькі до тих, які використовуються в існуючій системі обліку підприємства. Так, наприклад, облік може вестися по виробам або за цехами.

2. В якості етапів наскрізних бізнес-процесів пропонується виділити етапи: «Постачання», «Виробництво», «Збут». Контрольними точками обліку в рамках процесного підходу є фактичні витрати за статтями повної собівартості виробу підприємства. У загальному вигляді зіставлення витратних складових доданої вартості бізнес-процесів і статей витрат повної собівартості виробу наведемо у вигляді таблиці 2.

Витратну складову доданої вартості процесів управління (в даному випадку управління верхньої і середньої ланки) можна співвіднести зі статтями «Адміністративні витрати», «Заводські витрати», «Інші виробничі витрати». Витратну складову доданої вартості забезпечуючих процесів необхідно розрахувати на основі витрат статей «Витрати на підготовку і освоєння виробництва», «Інші виробничі витрати», «ВУЕО».

Таблиця 2

Порівняльний аналіз витрат існуючої системи обліку та ФВА

Стаття калькуляції (існуюча система обліку)	Компоненти доданої вартості (в рамках ФВА)
1	2
Сировина та матеріали	
Напівфабрикати	
Паливо та енергія для технічних потреб	Витратна складова ДВ процесу «Виробництво»
Транспортно-заготівельні витрати	Витратна складова ДВ процесу «Постачання»
Напівфабрикати власного виробництва	Витратна складова ДВ процесу «Виробництво»
Роботи та послуги сторонніх підприємств	
Зворотні відходи	
Разом матеріальних витрат	
Основна заробітна плата	Витратна складова ДВ процесу «Виробництво»
Додаткова заробітна плата	Витратна складова ДВ процесу «Виробництво»
Відрахування на соціальне страхування	Витратна складова ДВ процесу «Виробництво»
Витрати на підготовку і освоєння виробництва	Витратна складова ДВ забезпечуючого процесу
Знос спеціального інструменту	Витратна складова ДС процесу «Виробництво»
ВУЕО	Витратна складова ДВ забезпечуючого процесу
Цехові витрати	Витратна складова ДВ забезпечуючого процесу
Заводські витрати	Витратна складова ДВ забезпечуючого процесу
Втрати від браку	Витратна складова ДВ процесу «Виробництво»
Разом виробничі собівартість	
Адміністративні витрати	Витратна складова ДВ управлінського процесу
Витрати на збут	Витратна складова ДВ процесу «Постачання»
Всього повна собівартість	
Прибуток	
Вільна оптова ціна	
Оптова ціна з ПДВ	

2. Вплив витратної складової доданої вартості за етапами наскрізного бізнес-процесу на прибуток від реалізації продукту має не детерміновану, а стохастичну залежність, що обумовлено наявністю факторів зовнішнього і внутрішнього середовища підприємства, які носять імовірнісний характер, і не знайшли відображення в розрахунку доданої вартості бізнес-процесів. Таким чином, для побудови моделі можливе використання моделей статистичного аналізу, а саме моделей регресійного аналізу.



3. Для статистичного аналізу та побудови регресійної моделі необхідно отримати дані, які повинні відповідати таким вимогам:

- спостереження відносяться до одного виду виробу (або виробам, близьким за технологічним і логістичними процесами);
- кількість спостережень погоджено з кількістю змінних, тобто виконується t-критерій чи критерій Фішера (F-value);
- спостереження мають нормальний закон розподілу.

4. Для визначення впливу витратної складової доданої вартості бізнес-процесів на значення прибутку від реалізації розглядаються підприємства промисловості близькі за технологією виробництва і оснащення.

Таким чином, для побудови адекватної моделі розрахунку прибутку наскрізного БП необхідно відповідним чином проаналізувати склад, кількість, закон розподілу спостережень і витрат, які розглянуті в табл. 2, які відповідають різним етапам наскрізного бізнес-процесу підприємства.

Слід зазначити, що ключовим завданням є підготовка репрезентативної вибірки даних для статистичного аналізу. У даному випадку для аналізу використовувалися дані промислових підприємств, які мали відповідні тимчасові періоди (квартали 2012 р.). Як показали дослідження, результати моделювання залежать не стільки від методів апроксимації, скільки від вхідних даних для аналізу. У тому випадку, якщо кількість спостережень не дозволяє забезпечити необхідну потужність вибірки для моделювання та аналізу бізнес-процесів необхідно використовувати наступні перетворення:

1. У разі пропуску значення даних - замінити його на середнє значення за відповідним показником у вибірці (тобто за середнім значенням по підприємству).

2. Для порівнянності спостережень по виробках використовувати методи стандартизації і нормалізації. У роботі були використані моделі, дані для яких отримані як методом класичної стандартизації, так і нормалізації щодо відповідної величини повної собівартості виробу (тобто визначення частки доданої вартості бізнес-процесів щодо повної собівартості виробу). Таким

чином, досягається збільшення кількості спостережень для подальшого моделювання як у розрізі отримання регресійної моделі за конкретним продуктом, так і по підприємству і групі підприємств машинобудування.

В якості основного методу для розрахунку параметрів регресійної моделі, в роботі використано метод найменших квадратів (МНК) [1]. Оцінки МНК є незміщеними лінійними оцінками з мінімальною дисперсією при виконанні умов МНК, мають нормальний розподіл (Теорема Гауса-Маркова). У класичній лінійній регресійній моделі, крім функціонально співвідношення (виду)  $y = A * X + e$  (1) (де  $A$  - вектор параметрів моделі,  $X$  - вектор регресорів (незалежних, пояснюючих змінних),  $Y$  – залежна змінна,  $e$  - помилка моделі) визначаються додаткові умови (припущення) про стохастичну структуру моделі:

- математичне сподівання (середнє) помилки = 0;
- дисперсія помилки = const і є кінцевою величиною;
- помилки моделі не мають автокореляції першого порядку;
- помилки моделі мають нормальний закон розподілу.

Слід зазначити, що умова нецентральності не є істотним обмеженням, якщо в число регресорів входить (може входити) константа. У цьому випадку зсув математичного сподівання помилки може бути поглинено вільним членом регресійної моделі. Тому в роботі розглянуті моделі як з вільним членом (що збільшує адекватність моделі), так і без нього (що покращує економічне розуміння процесів, додана вартість щодо яких моделюється).

Найбільш вірогідне порушення щодо припущень моделі – кореляція регресорів і помилки моделі . Основні економетричні приклади, в котрих помилки і регресори можуть мати кореляцію - це моделі з помилками вимірювання (measurement error models) і одночасні рівняння (simultaneous equations) або SEPATH, які дозволяють здійснювати структурні моделі, де регресори самі можуть бути залежними змінними. Порушення умови гомоскедастичності може призвести до зменшення ефективності МНК-оцінок. МНК-оцінка коваріаційної матриці оцінок коефіцієнтів виявляється зміщеною і неспроможною, тому тести на значення коефіцієнтів можуть показувати

невірний рівень значимості (тобто оцінки виявляються занадто «оптимістичними»).

Питання про автокореляцію залишків має сенс ставити тоді, коли дані впорядковані в часі (і відстоять один від одного на рівні проміжки). У цьому випадку можна застосувати засоби аналізу часових рядів, наприклад, тест Дарбіна-Уотсона. У роботі аналіз підприємств здійснювався на основі даних, розрахованих поквартально, тому має сенс провести аналіз на автокореляції залишків моделі. Для моделі, побудованої за один часовий зріз (рік) тест Дарбіна-Уотсона не обов'язковий.

Відповідно до вищенаведеного, на першому етапі дослідження були проведені наступні перетворення:

1. Заміна пропущених значень за статтями калькуляції на їх середнє значення, яке знайдено за відповідною вибіркою по підприємству в рамках виробів з близьким технологічним циклом.

2. Нормалізація значень показників щодо вартості виробу.

Після даних перетворень був проведений аналіз на нормальність розподілу вихідних даних, що є однією з вимог використання МНК. Аналіз розподілу даних по підприємствах показав, що оцінки параметрів моделі можуть бути зміщеними, тому що спостереження за показниками не мають сильно вираженого нормального розподілу.

Однією з умов формування регресійної моделі, є відсутність тісної залежності між регресорами. У даному випадку, як показує аналіз вихідних даних по підприємствам, спостерігається висока кореляція між показниками. Наприклад, є високий ступінь залежності між витратними складовими доданої вартості виробництва та реалізації (рис.1).

Для аналізу залежності прибутку від витратної складової доданої вартості за кожним бізнес-процесом проведемо множинний регресійний аналіз, використовуючи спеціалізований пакет STATISTICA 7.0 [1]. У роботі була реалізована регресійна модель залежності прибутку від витратної складової доданої вартості бізнес-процесів для підприємств машинобудування.

Переменная	Корреляции (Калькуляции1_4) Marked correlations are significant at $p < ,05000$ N=20 (Casewise deletion of missing data)			
	ДС_производство	ДС_управление	ДС_реализация	Прибыль
ДС производство	1,000	0,845	0,998	0,998
ДС управление	0,845	1,000	0,836	0,841
ДС реализация	0,998	0,836	1,000	1,000
Прибыль	0,998	0,841	1,000	1,000

Рис. 1. Кореляційна матриця щодо показників доданої вартості та прибутку.

В якості даних аналізу були обрані вироби однієї технологічної групи (штампування). Для отримання однорідних даних була використана нормалізація. У результаті побудови моделі ми спостерігаємо практично функціональну залежність прибутку від витрат ДС по етапах наскрізного бізнес-процесу. Коефіцієнт множинної регресії дорівнює 1, коефіцієнт детермінації дорівнює 1 (рис. 2).

Statistic	Summary Statistics)
	Значение
R	1,0000
R^2	1,0000
Adjusted R^2	1,0000
F(3,3)	564639,3779
p	0,0000
Std.Err. of Estimate	0,0002

Рис. 2. Характеристики адекватності моделі

Workbook1.stw - Spreadsheet]						
Insert Format Statistics Data Mining Graphs Tools Data Workbook Window Help						
Regression Summary for Dependent Variable: Прибыль R= ,99999911 R^2= ,99999823 Adjusted R^2= ,99999646 F(3,3)=5646E2 p<,00000 Std. Error of estimate: ,00021						
	Бета	Std. Err. of Beta	B	Std. Err. of B	t(3)	p-level
Смещение			-0.00212	0.013813	-0.1535	0.887719
<b>ДС производство</b>	0.01536	0.007975	0.01407	0.007304	1.9263	0.149710
ДС_управление	0.01819	0.025103	0.02379	0.032831	0.7245	0.521153
ДС сбыт	-1.03342	0.021413	-1.53982	0.031906	-48.2618	0.000020

Рис. 3. Параметри моделі

Модель має наступний вигляд:

$$\text{Прибуток} = -0,002 + 0,014 * \text{ДВ\_виробництво} + 0,023 * \text{ДВ\_управління} - 1,538 * \text{ДВ\_збут.}$$

Як показує модель, найбільший внесок у зміну прибутку мають витрати доданої вартості на збут (адекватність і значення параметра цього регресора найвища). Для аналізу залежності величини прибутку від витрат доданої вартості бізнес-процесів був побудований Ternary графік, який показує у вигляді контурів напрями зміни величини витрат доданої вартості бізнес-процесів виробництва та управління для збільшення (зменшення) прибутку. Контури представлені у вигляді кольорової градації (колір визначає рівень прибутку).

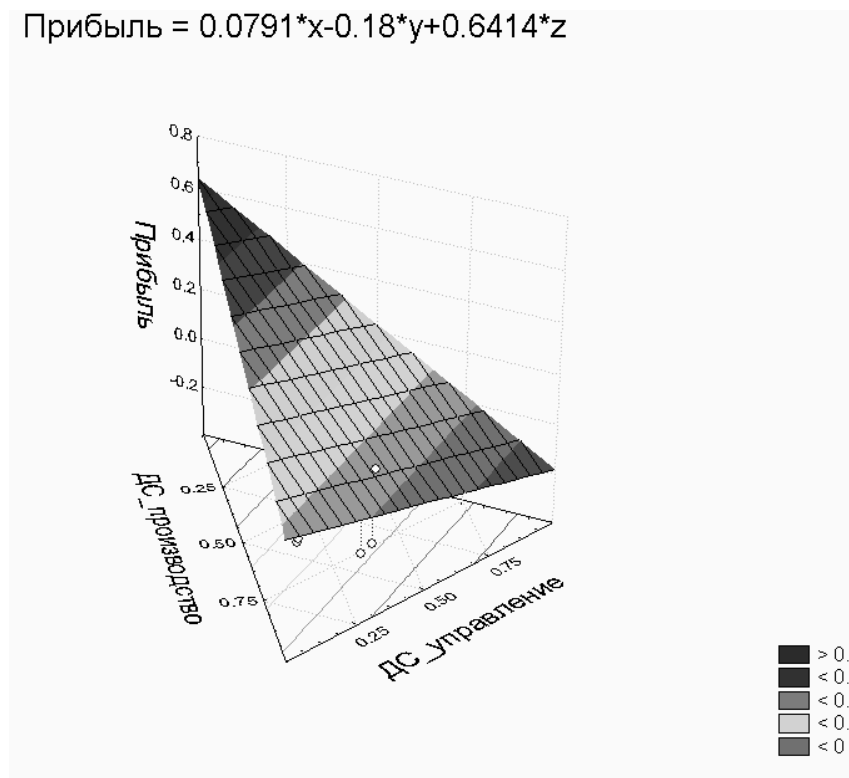


Рис. 4. Узагальнена залежність прибутку від зміни доданої вартості процесів виробництва та управління

Отримана регресійна модель може бути використана для прогнозування та управління наскрізним бізнес-процесом. Послідовність робіт включає:

1. Аналіз параметрів регресійної моделі, яка використовується для прогнозу прибутку наскрізного бізнес-процесу. Визначення регресорів, що мають найбільший вплив на величину залежної змінної (визначення максимального значення параметрів регресорів). Ці регресори будуть являти собою ключові бізнес-процеси.

2. Ранжування етапів наскрізного бізнес-процесу згідно відповідним величинам витрат. Таким чином, отримуємо розподіл етапів наскрізного бізнес-процесу за їх вкладом у величину отриманого прибутку.

3. Визначення обмежень на величину зміни витрат (заробітної плати) в структурі собівартості продукту.

4. Розрахунок прогнозованої величини прибутку при збільшенні витратних складових ключових бізнес-процесів.

Наведений у роботі підхід дозволяє виявити закономірності в структурі наскрізного бізнес-процесу підприємства у разі використання репрезентативної вибірки. В існуючих умовах використання автоматизованих інформаційних систем можливе отримання щоденних зрізів витрат у рамках виконання замовлень (наскрізного бізнес-процесу) підприємства. Відповідно, при накопиченні достатньої вибірки можливе визначення бізнес-процесів, зміна витрат за якими найбільш критично відбивається на зміні прибутку (споживчої вартості) по даному виду діяльності (продукту, послуги). Надалі можливо відстежувати вклад не тільки в рамках бізнес-процесів, але також і окремих виконавців бізнес-процесів.

**Список літератури:** 1. *Боровиков В.* Statistica. Искусство анализа данных на компьютере: для профессионалов / *Боровиков В.* – СПб. : Питер, 2003. – 688 с. 2. *Друкер П.* Управление, нацеленное на результаты / *Друкер П.* – М. : Прогресс, 1992. – 548 с. 3. *Друри К.* Введение в управленческий и производственный учет / *Друри К.* – М. : Аудит, ЮНИТИ, 1997. – 560 с. 4. *Елиферов В.Г.* Бизнес-процессы. Регламентация и управление / *В.Г. Елиферов, В.В. Ретин.* – М. : ИД "ИНФРА-М", 2009. – 320 с. 5. *Ретин В.В.* Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов / *Ретин В.В.* – М. : РИА "Стандарты и качество", 2004. – 408 с. 6. *Рубцов С.В.* Уточнение понятия "бизнес-процесс" // Менеджмент в России и за рубежом / *Рубцов С.В.* – 2001. – № 6. – С. 24–27.

### **2.3 Використання сучасних інформаційних технологій для цілей економічного аналізу та управління**

В ринкових умовах кожна організація є відкритою, черпає ресурси з навколишнього середовища і віддає йому результати своєї діяльності. Щоб реалізувати свою місію протягом тривалого періоду організація відкритого типу повинна вчасно реагувати на швидкоплинні зміни факторів навколишнього середовища, коригуючи цілі, задачі, методи та засоби їх вирішення, структуру та кадри (за необхідністю).

Таким чином, управління діяльністю підприємства, у певній мірі, можна порівняти з керуванням транспортного засобу в умовах безупинно мінливих обставин, що потребує прийняття вчасних і правильних рішень.

Характерною особливістю будь-якої організації як соціально-економічної системи (СЕС) є наявність людського фактору, що забезпечує їй (на відміну від технічних систем) ряд недетермінованих заздалегідь якостей як позитивного, так і негативного характеру. Серед останніх виділимо, перш за все, багатоваріантність поведінки, неточність опису (невизначеність) стану та обмеженість формального представлення. Вказані особливості радикальним чином ускладнюють процес керування СЕС у порівнянні з технічними системами (ТС).

Обмеженість формального представлення СЕС не дозволяє або в значній мірі обмежує використання математичного апарату, побудованого на основі теорії диференціальних рівнянь, що застосовується в техніці.

Таким чином, обмежені можливості аналітичного опису СЕС, стохастичність поведінки та нечіткість параметрів їх стану, безупинна зміна та складний характер впливу факторів зовнішнього середовища – це далеко неповний перелік тих обставин, що обумовлюють виділення задач управління економікою (на макро- та мікрорівні) до особливого класу неструктурованих та частково структурованих задач системного аналізу.

Мета даної роботи – показати основні методи знаходження рішень для управління СЕС в умовах невизначеності, що базуються на сучасних інформаційних технологіях (ІТ).

Згідно визначення, прийнятого ЮНЕСКО [1], ІТ – це комплекс , що включає:

- сукупність взаємопов'язаних наукових, технологічних, інженерних дисциплін;
- множину людей, зайнятих обробкою і збереженням інформації;
- обчислювальну техніку, методи організації та взаємодії її з людьми і виробничим устаткуванням;
- соціальні, економічні і культурні проблеми пов'язані з функціонуванням ІТ.

Створення ІТ на підприємстві потребує великих початкових інвестицій для: придбання комп'ютерної техніки; найму висококваліфікованих системних аналітиків та програмістів; створення програмного забезпечення, моделювання процесів, що досліджуються; створення баз даних та одержаних рішень.

Стандарт ISO / IEC 2382-1 дає наступне визначення: «Інформаційна система – система обробки інформації, що працює спільно з організаційними ресурсами, такими як люди, технічні засоби та фінансові ресурси, які забезпечують і розподіляють інформацію».

Згідно [2] існує багато підходів до класифікації інформаційних систем (ІС). Відмінності між цими класифікаціями визначаються тими критеріями, за якими проводиться сама класифікація, наприклад:

- за ступенем структурованості розв'язуваних задач;
- за функціями, що автоматизуються;
- за ступенем автоматизації реалізованих функцій;
- за сферою застосування і характером використання інформації, зокрема, за рівнями управління.

Розглянемо класифікацію ІС за ступенем структурованості розв'язуваних задач. В системному аналізі всю множину проблем (задач) прийнято



розподіляти на три класи: добре структуровані, частково структуровані, неструктуровані. До першого класу відносяться задачі, які детально описані на якісному і кількісному рівні та мають алгоритм вирішення. Такими задачами займаються галузі математичних наук, що мають назву «оптимізація» та «дослідження операцій». Частково структуровані задачі – це задачі, що описані лише на якісному рівні і алгоритм їх вирішення на даний момент не розроблено. Неструктуровані задачі не мають описання навіть на якісному рівні. Частково структуровані і неструктуровані задачі є об'єктом дослідження системного аналізу.

У відповідності з розглянутою класифікацією в роботі [2] приведені характерні задачі для кожного типу ІС:

- добре структуровані – обчислювальні задачі, задачі бухгалтерського обліку, планово-економічні задачі;
- частково структуровані – задачі «навчання з учителем» для нейронних мереж, задачі ідентифікації та розпізнавання, задачі прогнозування;
- неструктуровані – задачі «самонавчання» для нейронних мереж та кластеризації (розподілу на класи, групи), задачі підтримки прийняття рішень, задачі управління.

Як відзначено нами раніше, задачі управління в економіці відносяться до класу нестандартних, неструктурованих інтелектуальних задач, для яких невідомі заздалегідь алгоритми вирішення.

Згідно [2], інтелектуальними вважаються задачі, пов'язані з розробкою алгоритмів вирішення раніше невіршених завдань певного типу.

При цьому відмінною особливістю та ефективністю алгоритмів є їх здатність зводити рішення досить складної задачі до певної послідовності доволі простих або навіть елементарних завдань. В результаті нерозв'язна (неструктурована) раніше задача стає структурованою (має рішення).

Таким чином відмітимо, що мірою інтелектуальності ІС є ступінь структурованості розв'язуваних з їх допомогою задач.

Крім вказаних в роботі [2], можна знайти й інші критерії класифікації ІС, наприклад, за підходами та засобами інтелектуалізації систем управління. Для цього звернемо увагу на відмічену в роботі [3] тенденцію. Незважаючи на те, що ТС значно краще піддаються формалізації, починаючи з 90-х років минулого століття в теорії автоматичного управління намітився очевидний підйом інтересу до нових нетрадиційних підходів [3], що базуються не на апараті інтегро-диференціального обчислення, а об'єднані спільною метою інтелектуалізації систем управління.

Ці підходи дуже багато в чому різняться між собою, але головною відмінністю їх, згідно [3], є методи формалізації знань дослідників про об'єкт управління (ОУ) та прийоми мислення.

Саме методи формалізації знань та прийоми мислення дослідників можна взяти за критерії їх класифікації.

У відповідності з цим до першої групи можна віднести ІС, в яких використовуються жорстко детерміновані експертні системи та більш гнучкі системи управління на базі нечіткої логіки (fuzzy logic). Другу групу складатимуть ІС, в яких інтелектуалізація реалізується в рамках еволюційних методів моделювання таких як генетичні алгоритми (ГА) та штучні нейронні мережі (ШНМ). Очевидно, можливо виділити і третю, гібридну групу ІС, в якій реалізуються поєднання методів першої та другої групи.

Можна ще багато навести прикладів класифікації ІС в залежності від критеріїв, що лежать в основі класифікації та залежать від мети класифікації. Детальний опис ІС, що призначені для підтримки прийняття рішень (СППР), їх класифікація та історія розвитку представлені в роботі [4].

У нашому випадку більший інтерес представляє класифікація ІС, запропонована Луценком Є.В., оскільки вона в більш повній мірі відповідає меті нашої роботи.

Зупинимося детальніше на методах та засобах, що використовуються в ІС для вирішення неструктурованих або частково структурованих задач.

Перш за все, відмітимо метод аналізу ієрархій (МАІ), що був запропонований на початку 70-х років минулого століття американським вченим Т. Сааті і набув надзвичайно широкого застосування у всіх без винятку сферах людської діяльності. Сутність МАІ полягає у формалізації висловлювань експертів, що стосуються аналізу ієрархії (графічного представлення) неструктурованої задачі, за допомогою матриць попарного порівняння та подальшому знаходженні рішення задачі (глобального пріоритету), як згортки локальних пріоритетів, що визначаються в результаті обробки матриць попарних порівнянь на кожному рівні ієрархії [5, 6]. Основні положення МАІ Т.Сааті використав в розробленому разом з професором Е. Форманом з університету Дж. Вашингтона пакеті комп'ютерних програм — «Expert Choice» 1983 року.

Згідно з [4] «Expert Choice» – це інтуїтивна, заснована на графічному інтерфейсі та структурована у зручний для користувача спосіб СППР. Вона може бути цінною та корисною як для досвідчених, так і для нових користувачів. «Expert Choice» є дуже популярним засобом підтримки прийняття рішень через те, що він адаптується до стилю прийняття рішень користувача і ситуації завдяки гнучкому інтерфейсу структурування моделі.

Система «Expert Choice» заслуговує того, щоб і далі говорити про неї в піднесеному стилі, але ми вимушені обмежитися розглядом основних етапів процесу підтримки прийняття рішення в «Expert Choice» згідно [4].

1-й етап: Структурування моделі.

Визначення структури моделі в «Expert Choice» є вільною, інтерактивною технологією для створення моделі, яка стимулює потік думок і допомагає особам, що приймають рішення, організувати цілі їх вибору в кластери за темами. Для структурування застосовується два підходи: низхідний і висхідний.

Низхідне (зверху до низу) структурування – це визначення груп (кластерів) цілей, що витікають з головної цілі, на основі застосування «методу мозкового штурму» з подальшим визначенням ієрархії рішень, що необхідні

для досягнення визначених цілей та використовуються в процесі визначення пріоритетів і оцінювання альтернатив.

За висхідного (знизу вгору) структурування – побудову ієрархії починають зі складання списку множини можливих альтернатив, які після експертних оцінок трансформують у цілі та кластеризують для формування ієрархії загального рішення.

2-й етап: Встановлення пріоритетів цілей шляхом попарних порівнянь.

«Expert Choice» здійснює попарні порівняння (Pairwise Comparisons), щоб визначити пріоритети для цілей і альтернатив. Групові оцінки можуть бути введені, використовуючи радіо, телефонну або Інтернет-мережу. Є три можливих форми представлення результатів попарних порівнянь:

- вербальна (усна) – особи, що приймають рішення, порівнюють цілі за їх відносними важливостями та альтернативи за їх відносними перевагами, використовуючи такі якісні оцінки: «однакова» (немає переваг), «помірна», «сильна», «дуже сильна» та «безумовна» переваги;

- цифрова – використовується числова шкала з дев'яти основних та восьми альтернативних позицій, щоб визначити відносну важливість змінних рішення;

- графічна – оцінки створюються шляхом зіставлення відносних довжин двох відрізків (верхнього і нижнього). Відрізки показують, наскільки один елемент важливіший щодо іншого.

Особи, що приймають рішення, заповнюють відповідну матрицю оцінками, отриманими від попарних порівнянь, а система «Expert Choice» визначає пріоритети цілей. Якщо в процесі попарних оцінювань беруть участь кілька учасників, то середнє геометричне значення результатів оцінювань у подальшому враховується як загальна оцінка групи експертів.

3-й етап: Оцінювання альтернатив.

Як тільки визначено пріоритети цілей, «Expert Choice» забезпечує декілька способів для оцінювання альтернатив:

- використання однієї з трьох (відмічених вище) можливих форм представлення результатів попарних порівнянь для оцінки відповідності тієї чи іншої альтернативи кожній меті;

- використання масиву даних (Data Grid) для визначення пріоритетів кожної альтернативи. Масив (Data Grid) формується на основі достовірних даних про альтернативи або на основі вербальних рейтингів – в разі відсутності достовірних даних.

Коли є дані про альтернативи, то застосовуються такі методи:

- Крокова функція, сутність якої також полягає у встановленні інтенсивностей пріоритетів;

- Криві вигідності, що перетворюють дані про альтернативи у пріоритети. Відмітимо, що крокова функція складається з дискретних кроків, а метод кривої корисності – безперервний;

- Безпосередній метод - використовується для прямого введення пріоритетів. Коли немає даних про ціль, то програма пропонує можливість створити цифрову шкалу рейтингів, яка точно відповідає вербальному рейтингу.

«Expert Choice» синтезує пріоритети цілей, дані та рейтинги для визначення загальної переваги альтернатив.

4-й етап: Аналіз чутливості.

Після обробки міркувань про відносну важливість цілей, підцілей та альтернатив, потужні діаграми чутливості «Expert Choice» дають можливість тестувати чутливість рішень до змін у пріоритетах. Сценарії «Що..., якщо...?» особливо корисні для нарад-інструктажів менеджерів. «Expert Choice» розроблена для аналізу, синтезу і обґрунтування складних рішень і оцінок з метою її використання індивідуально або в групах. Різні версії СППР розроблені для задоволення специфічних потреб користувачів.

Застосування методу нечітких множин, нечіткої логіки (fuzzy logic) для цілей фінансового аналізу та управління можна прослідкувати в роботах А.В.

Андрейчикова, О.О. Недосекіна, Ю.П. Зайченка, О.О. Круглова, А.В. Матвійчука, А.В. Азарової та ін.

Засновник теорії нечітких множин Лотфі Заде ще в 1965 р. передбачав широке застосування свого вчення на практиці: "Фактично нечіткість може бути ключем до розуміння здатності людини справлятися із завданнями, які занадто складні для вирішення на ЕОМ".

Перш ніж розглянути сутність методу нечітких множин та алгоритм його застосування виділимо його основні поняття приведені в [7].

Носій  $U$  – це універсальна множина, до якої відносяться всі результати спостережень в рамках оцінюваної квазістатистики. Наприклад, якщо ми спостерігаємо вік зайнятих у певних галузях економіки, то носій – це відрізок дійсної осі [16, 70], де одиницею виміру виступають роки життя людини.

Нечітка множина  $A$  – це множина значень носія, така, що кожному значенню носія поставлена у відповідність ступінь приналежності цього значення множині  $A$ . Наприклад: літери латинського алфавіту  $X, Y, Z$  безумовно належать множині  $\text{Alphabet} = \{A, B, C, X, Y, Z\}$ , і з цієї точки зору множина  $\text{Alphabet}$  – чітка. Але якщо аналізувати множину «Оптимальний вік працівника», то вік 50 років належить цій нечіткій множині тільки з деякою часткою умовності, яку називають функцією приналежності.

Функція приналежності  $\mu_A(u)$  – це функція, областю визначення якої є носій  $U, u \in U$ , а областю значень – одиничний інтервал  $[0,1]$ . Чим вище  $\mu_A(u)$ , тим вище оцінюється ступінь приналежності елемента носія  $u$  нечіткій множині  $A$ .

Лінгвістична змінна. Лотфі Заде [8] визначає лінгвістичну змінну так:

$$\Omega = \langle \omega, T(\omega), U, G, M \rangle, \quad (1)$$

де  $\omega$  – назва змінної,  $T$  – терм-множина значень, тобто сукупність її лінгвістичних значень,  $U$  – носій,  $G$  – синтаксичне правило, що породжує терм множину  $T$ ,  $M$  – семантичне правило, яке кожному лінгвістичному значенню  $\omega$

ставить у відповідність його зміст  $M(\omega)$ , причому  $M(\omega)$  позначає нечітку підмножину носія  $U$ .

Метод нечітких множин поєднує в собі ряд методів багатокритеріального вибору альтернатив на тій чи іншій основі, а саме:

- на основі перетину нечітких множин;
- на основі нечіткого відношення переваг;
- з використанням правил нечітких висновків ;
- на основі адитивної згортки;
- на основі максимінної згортки;
- ранжирування альтернатив на множині лінгвістичних векторних оцінок тощо.

Описання сутності цих методів, методика та приклади їх практичного застосування, порівняльний аналіз ефективності й точності використання приведені в роботі [9].

Широкий ряд вказаних методів обумовлений різноманітністю задач, що вирішуються при допомозі методів нечітких множин:

- фінансовий аналіз та оцінка ризику банкрутства;
- оцінка ефективності та ризику інвестиційних проектів;
- оцінка ступеню використання промислового потенціалу підприємства або галузі;
- задачі оцінювання інвестиційної привабливості акцій окремих підприємств, організацій або держав;
- нечіткої оптимізації фондового портфелю;
- прогнозування фондових індексів;
- стратегічного планування, аналізу конкурентноздатності тощо.

Фінансовий аналіз та оцінка ризику банкрутства є однією з найбільш поширених тем дослідження, що ґрунтуються на методах нечітких множин. При цьому найбільш часто використовується матричний метод оцінки ризику банкрутства корпорації, запропонований О.О. Недосекіним [7]. Базується цей метод на нечітких класифікаторах та матричних схемах агрегування даних.

Розглянемо порядок побудови нечіткого класифікатора, як це представлено в роботі [7].

- визначимо відрізок дійсної осі  $[0,1]$  як носія лінгвістичної змінної. Будь-які скінчено вимірні відрізки дійсної осі можуть бути зведені до відрізка  $[0,1]$  шляхом простого лінійного перетворення, тому виділений відрізок одиничної довжини носить універсальний характер і заслуговує окремого терміна. Назвемо носій виду  $[0,1]$  01 – носієм.

- введемо лінгвістичну змінну «Рівень показника» з терм-множиною значень «Дуже низький, Низький, Середній, Високий, Дуже Високий».

- введемо набір так званих вузлових точок  $\alpha_j = (0,1, 0,3, 0,5, 0,7, 0,9)$ , які є, з одного боку, абсцисами максимумів відповідних функцій приналежності на 01-носії, а, з іншого боку, рівномірно відстоять один від одного на 01-носії та симетричні щодо вузла 0,5 (див. рис. 1).

- використовуючи набір вузлових точок, запишемо систему (2-6) з п'яти відповідних функцій приналежності трапецієдального виду для опису підмножин терм-множини:

$$\mu_1(x) = \begin{cases} 1, 0 \leq x < 0.15 \\ 10(0.25 - x), 0.15 \leq x < 0.25 \\ 0, 0.25 \leq x \leq 1 \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_2(x) = \begin{cases} 0, 0 \leq x < 0.15 \\ 10(x - 0.25), 0.15 \leq x < 0.25 \\ 1, 0.25 \leq x < 0.35 \\ 10(0.45 - x), 0.35 \leq x < 0.45 \\ 0, 0.45 \leq x \leq 1 \end{cases} \quad (3)$$

$$\mu_3(x) = \begin{cases} 0, 0 \leq x < 0.35 \\ 10(x - 0.35), 0.35 \leq x < 0.45 \\ 1, 0.45 \leq x < 0.55 \\ 10(0.65 - x), 0.55 \leq x < 0.65 \\ 0, 0.65 \leq x \leq 1 \end{cases} \quad (4)$$



$$\mu_4(x) = \begin{cases} 0, & 0 \leq x < 0.55 \\ 10(x - 0.55), & 0.55 \leq x < 0.65 \\ 1, & 0.65 \leq x < 0.75 \\ 10(0.85 - x), & 0.75 \leq x < 0.85 \\ 0, & 0.85 \leq x \leq 1 \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu_5(x) = \begin{cases} 0, & 0 \leq x < 0.75 \\ 10(x - 0.75), & 0.75 \leq x < 0.85 \\ 1, & 0.85 \leq x \leq 1 \end{cases} \quad (6)$$

Скрізь у (2-6) x - це 01-носій.

Графіки функції приналежності приведено на рис.1.

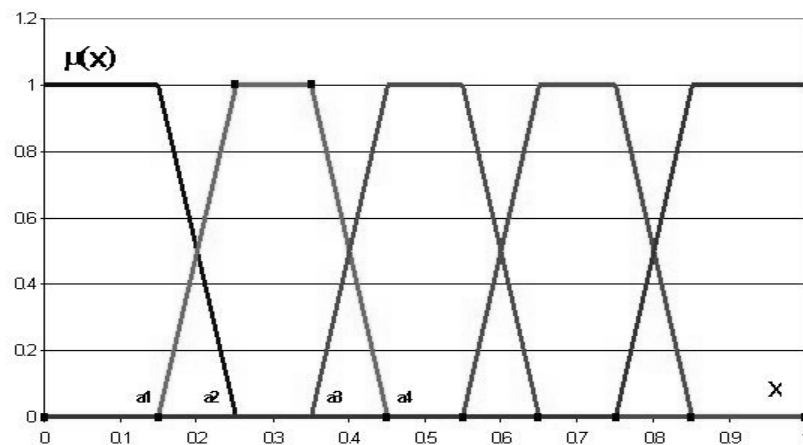


Рис. 1. Система трапецієподібних функцій належності на 01-носії.

Введену лігвістичну змінну «Рівень фактора», визначену на 01-носії, в сукупності з набором вузлових точок тут і далі будемо називати стандартним п'ятирівневим нечітким 01-класифікатором.

Сконструйований нечіткий класифікатор має велике значення для подальшого розуміння матричного методу оцінки ризику банкрутства. Його сутність в тому, що якщо про фактор невідомо нічого, крім того, що він може приймати будь-які значення в межах 01-носія (принцип рівнопереважності), а треба провести асоціацію між якісною і кількісною оцінками фактора, то запропонований класифікатор робить це з максимальною достовірністю. При цьому сума всіх функцій належності для будь-якого x дорівнює одиниці, що

вказує на несуперечливість класифікатора. Якщо при розпізнаванні рівня фактора експерт має додаткову інформацію про поведінку фактора (наприклад, гістограму), то класифікація фактора в загальному випадку не буде мати стандартного виду, тому що вузлові точки класифікації і відповідні функції приналежності лежатимуть несиметрично на носії відповідного фактору.

Відмітимо ще одну важливу перевагу використання класифікатора.

Якщо існує набір з  $i = 1 \dots N$  окремих факторів зі своїми поточними значеннями  $x_i$ , і кожному фактору зіставлений свій п'ятиступінчатий класифікатор (необов'язково стандартний, необов'язково визначений на 01-носії), то можна перейти від набору окремих факторів до єдиного агрегованого фактору  $A\_N$ , значення якого розпізнати згодом за допомогою стандартного класифікатора. Кількісне ж значення агрегованого фактору визначається за формулою подвійний згортки:

$$A\_N = \sum_{i=1}^N p_i \sum_{j=1}^5 \alpha_j \mu_{ij}(x_i) \quad (7)$$

де  $\alpha_j$  - вузлові точки стандартного класифікатора,  $p_i$  - вага  $i$ -го факторів у згортку,  $\mu_{ij}(x_i)$  - значення функції приналежності  $j$ -го якісного рівня щодо поточного значення  $i$ -го фактора. Далі показник  $A\_N$  може бути підданий розпізнаванню на основі стандартного нечіткого класифікатора, за функціями приналежності виду (2-6).

З формули (7) стає зрозумілим призначення вузлових точок у нечіткому класифікаторі. Ці точки виступають в якості ваг при агрегуванні системи чинників на рівні їх якісних станів. Тим самим вузлові точки здійснюють зведення набору нестандартних класифікаторів (зі своїми несиметрично розташованими вузловими точками) до єдиного класифікатора стандартного вигляду, з одночасним переходом від набору нестандартних носіїв окремих факторів до стандартного 01-носія.

Можна побудувати матрицю, де по рядках розташовані фактори, а по стовпцях - їх якісні рівні. На перетині рядків і стовпців лежать значення функцій приналежності відповідних якісних рівнів. Доповнимо матрицю ще одним стовпцем ваг факторів в згортку  $p_i$  і ще одним рядком з вузловими точками  $u_j$ . Тоді для розрахунку агрегованого показника  $A_N$  за (7) в отриманій матриці зібрані всі необхідні вихідні дані. Тому запропоновану тут схему агрегування даних доцільно назвати матричною.

Матричні схеми на основі п'ятирівневого класифікатора вже давно і досить успішно застосовуються для комплексної оцінки рівня функціонування багатофакторних систем, у тому числі і фінансових (наприклад, фінансів корпорації).

Тепер розглянемо коротко сутність матричного методу оцінки ризику банкрутства корпорації у відповідності з [7].

Застосування нечітких описів використовується у випадках невпевненості експерта у своїх судженнях та означає наступне:

- експерт будує лінгвістичну змінну зі своєю терм-множиною значень. Наприклад: змінна «Рівень менеджменту» може володіти терм-множиною значень «Дуже низький, Низький, Середній, Високий, Дуже високий»;
- щоб конструктивно описати лінгвістичну змінну, експерт обирає відповідну їй кількісну ознаку – наприклад, сконструйований спеціальним чином показник рівня менеджменту, який приймає значення від нуля до одиниці;
- далі експерт кожному значенню лінгвістичної змінної (яке, за своєю побудовою, є нечіткою підмножиною значень інтервалу  $(0,1)$  – області значень показника рівня менеджменту) зіставляє функцію приналежності рівня менеджменту тій чи іншій нечіткій підмножині. Загальноживаними функціями в цьому випадку є трапецієподібні функції приналежності (див. рис. 2). Верхній основі трапеції відповідає повна впевненість експерта у правильності своєї

класифікації, а нижній - впевненість в тому, що ніякі інші значення інтервалу (0,1) не потрапляють до обраної нечіткої підмножини.

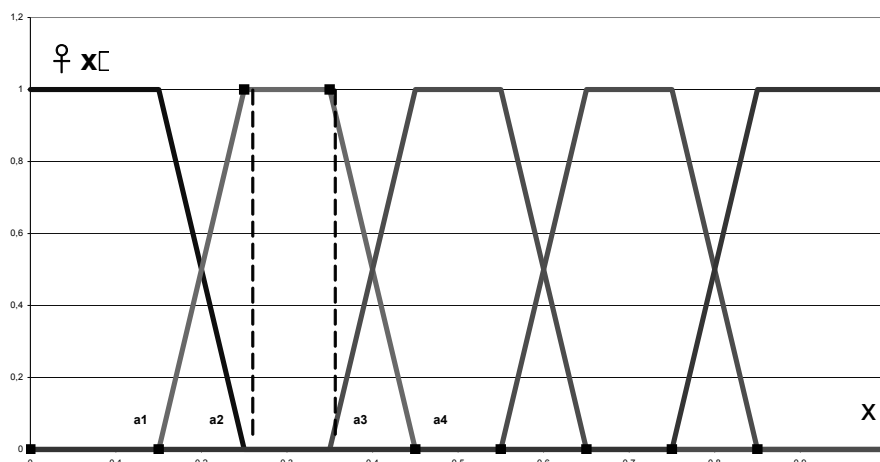


Рис. 2. Трапецієподібні функції приналежності.

Для цілей компактного опису трапецієподібні функції приналежності  $\mu(x)$  зручно описувати трапецієвидними числами виду:

$$\beta(a_1, a_2, a_3, a_4), \quad (8)$$

де  $a_1$  і  $a_4$  – абсциси нижньої основи, а  $a_2$  і  $a_3$  – абсциси верхньої основи трапеції (рис. 2), яка задає  $\mu(x)$  в області з ненульовою приналежністю носія  $x$  відповідній нечіткій підмножині.

Розглянемо приклад використання матричного методу оцінювання ризику банкрутства корпорації, вперше викладеного в роботі [7].

Етап 1 (Лінгвістичні змінні і нечіткі підмножини).

а. Лінгвістична змінна  $E$  «Стан підприємства» має п'ять значень:

$E_1$  – нечітка підмножина станів "граничного неблагополуччя";

$E_2$  – нечітка підмножина станів "неблагополуччя";

$E_3$  – нечітка підмножина станів "середньої якості";

$E_4$  – нечітка підмножина станів "відносного благополуччя";

$E_5$  – нечітка підмножина станів "граничного благополуччя".

б. Відповідна змінній Е лінгвістична змінна G «Ризик банкрутства» також має 5 значень:

- $G_1$  – нечітка підмножина "граничний ризик банкрутства",
- $G_2$  – нечітка підмножина "ступінь ризику банкрутства висока",
- $G_3$  – нечітка підмножина "ступінь ризику банкрутства середня",
- $G_4$  – нечітка підмножина "низький ступінь ризику банкрутства",
- $G_5$  – нечітка підмножина "ризик банкрутства незначний".

Носій множини G - показник ступеня ризику банкрутства g - приймає значення від нуля до одиниці за визначенням.

в. Для довільного окремого фінансового чи управлінського показника  $X_i$  задаємо лінгвістичну змінну  $B_i$  «Рівень показника  $X_i$ » на наступній термножині значень:

- $B_{i1}$  – підмножина "дуже низький рівень показника  $X_i$ ",
- $B_{i2}$  – підмножина "низький рівень показника  $X_i$ ",
- $B_{i3}$  – підмножина "середній рівень показника  $X_i$ ",
- $B_{i4}$  – підмножина "високий рівень показника  $X_i$ ",
- $B_{i5}$  – підмножина "дуже високий рівень показника  $X_i$ ".

Етап 2 (Показники). Побудуємо набір окремих показників  $X = \{X_i\}$  загальним числом N, які, на думку експерта-аналітика, з одного боку, впливають на оцінку ризику банкрутства підприємства, а, з іншого боку, оцінюють різні за природою сторони ділового та фінансового життя підприємства (уникаючи дублювання показників з точки зору їх значимості для аналізу). Приклад вибору системи показників:

- $X_1$  - коефіцієнт автономії (відношення власного капіталу до валюти балансу);
- $X_2$  - коефіцієнт забезпеченості оборотних активів власними коштами (відношення чистого оборотного капіталу до оборотних активів);
- $X_3$  - коефіцієнт проміжної ліквідності (відношення суми грошових коштів і дебіторської заборгованості до короткострокових пасивів);

- $X_4$  - коефіцієнт абсолютної ліквідності (відношення суми грошових коштів до короткострокових пасивів);
- $X_5$  - оборотність всіх активів у річному обчисленні (відношення виручки від реалізації до середньої за період вартості активів);
- $X_6$  - рентабельність всього капіталу (відношення чистого прибутку до середньої за період вартості активів).

Етап 3 (Значимість). Зіставимо кожному показнику  $X_i$  рівень його значущості для аналізу  $r_i$ . Щоб оцінити цей рівень, потрібно розташувати всі показники за порядком убавання значимості так, щоб виконувалася правило:

$$r_1 \geq r_2 \geq \dots \geq r_n \quad (9)$$

Якщо систему показників проранжувати у порядку зменшення їх значущості, то значущість  $i$ -го показника  $r_i$  слід визначати за правилом Фішберна:

$$r_i = \frac{2(N-i+1)}{(N+1)N} \quad (10)$$

Правило Фішберна відображає той факт, що про рівень значимості показників невідомо нічого крім (9). Тоді оцінка (10) відповідає максимуму ентропії наявної інформаційної невизначеності про об'єкт дослідження.

Якщо ж всі показники мають рівну значимість (рівнопереважна або системи переваг немає), тоді

$$r_i = \frac{1}{N} \quad (11)$$

Етап 4 (Класифікація ступеня ризику). Побудуємо класифікацію поточного значення  $g$  показника ступеня ризику як критерій розбиття цієї множини на нечіткі підмножини (таблиця 1).

## Класифікація ступеня ризику банкрутства

Інтервал значень $g$	Класифікація рівня параметра	Ступінь оціночної впевненості (функція приналежності)
$0 \leq g \leq 0.15$	$G_5$	1
$0.15 < g < 0.25$	$G_5$	$\mu_5 = 10 \times (0.25 - g)$
	$G_4$	$1 - \mu_5 = \mu_4$
$0.25 \leq g \leq 0.35$	$G_4$	1
$0.35 < g < 0.45$	$G_4$	$\mu_4 = 10 \times (0.45 - g)$
	$G_3$	$1 - \mu_4 = \mu_3$
$0.45 \leq g \leq 0.55$	$G_3$	1
$0.55 < g < 0.65$	$G_3$	$\mu_3 = 10 \times (0.65 - g)$
	$G_2$	$1 - \mu_3 = \mu_2$
$0.65 \leq g \leq 0.75$	$G_2$	1
$0.75 < g < 0.85$	$G_2$	$\mu_2 = 10 \times (0.85 - g)$
	$G_1$	$1 - \mu_2 = \mu_1$
$0.85 \leq g \leq 1.0$	$G_1$	1

Етап 5 (Класифікація значень показників). Побудуємо класифікацію поточних значень  $x$  показників  $X$  як критерій розбиття повної множини їх значень на нечіткі підмножини виду  $B$ , для прикладу з 6 показниками, наведеного при розгляді етапу 2 (таблиця 2). При цьому в клітинах таблиці стоять трапецієподібні числа, що характеризують відповідні функції приналежності. Наприклад, при класифікації рівня параметру  $X_1$  експерт, маючи труднощі із розмежуванням рівня на «низький» і «середній», визначив діапазоном своєї невпевненості інтервал  $(0,25, 0,3)$ .

Таблиця 2

## Класифікація окремих фінансових показників

Шифр показника	Т-числа $\{\gamma\}$ для значень лінгвістичної змінної "Величина параметра":				
	"дуже низький"	"низький"	"середній"	"високий"	"дуже високий"
$X_1$	$(0,0,0.1,0.2)$	$(0.1,0.2,0.25,0.3)$	$(0.25,0.3,0.45,0.5)$	$(0.45,0.5,0.6,0.7)$	$(0.6,0.7,1,1)$
$X_2$	$(-1,-1,-0.005,0)$	$(-0.005,0,0.09,0.11)$	$(0.09,0.11,0.3,0.35)$	$(0.3,0.35,0.45,0.5)$	$(0.45,0.5,1,1)$
$X_3$	$(0,0,0.5,0.6)$	$(0.5,0.6,0.7,0.8)$	$(0.7,0.8,0.9,1)$	$(0.9,1,1.3,1.5)$	$(1.3,1.5,\infty,\infty)$
$X_4$	$(0,0,0.02,0.03)$	$(0.02,0.03,0.08,0.1)$	$(0.08,0.1,0.3,0.35)$	$(0.3,0.35,0.5,0.6)$	$(0.5,0.6,\infty,\infty)$
$X_5$	$(0,0,0.12,0.14)$	$(0.12,0.14,0.18,0.2)$	$(0.18,0.2,0.3,0.4)$	$(0.3,0.4,0.5,0.8)$	$(0.5,0.8,\infty,\infty)$
$X_6$	$(-\infty,-\infty,0,0)$	$(0,0,0.006,0.01)$	$(0.006,0.01,0.06,0.1)$	$(0.06,0.1,0.225,0.4)$	$(0.225,0.4,\infty,\infty)$

Етап 6 (Оцінка рівня показників). Зробимо оцінку поточного рівня показників і зведемо отримані результати в таблицю 3.

## Поточний рівень показників

Найменування показника	Поточне значення
$X_1$	$x_1$
...	...
$X_i$	$x_i$
...	...
$X_N$	$x_N$

Етап 7 (Класифікація рівня показників). Проведемо класифікацію поточних значень  $x$  за умовою таблиці виду 2. Результатом проведеної класифікації є таблиця 4, де  $\lambda_{ij}$  – рівень приналежності носія  $X_i$  нечіткій підмножині  $B_j$ .

Етап 8 (Оцінка ступеня ризику). Тепер виконаємо формальні арифметичні дії з оцінки ступеня ризику банкрутства  $g$ :

$$g = \sum_{j=1}^5 g_j \sum_{i=1}^N r_i \lambda_{ij}, \quad (12)$$

Таблиця 4

## Рівні приналежності носіїв нечітким підмножинам

Найменування показника	Результат класифікації за підмножинами				
	$B_{i1}$	$B_{i2}$	$B_{i3}$	$B_{i4}$	$B_{i5}$
$X_1$	$\lambda_{11}$	$\lambda_{12}$	$\lambda_{13}$	$\lambda_{14}$	$\lambda_{15}$
...	...	...	...	...	...
$X_i$	$\lambda_{i1}$	$\lambda_{i2}$	$\lambda_{i3}$	$\lambda_{i4}$	$\lambda_{i5}$
...	...	...	...	...	...
$X_N$	$\lambda_{N1}$	$\lambda_{N2}$	$\lambda_{N3}$	$\lambda_{N4}$	$\lambda_{N5}$

$$g_j = 0.9 - 0.2 * (j-1), \quad (13)$$

де  $\lambda_{ij}$  визначається за таблицею 4, а  $r_i$  – за формулою (10) або (11).

Сутність формул (12) і (13) полягає в наступному. Спочатку ми оцінюємо ваги тієї чи іншої підмножини з  $B$  в оцінці стану корпорації  $E$  і в оцінці ступеня ризику  $G$  (внутрішнє підсумовування в (12)). Ці ваги в подальшому беруть



участь у зовнішньому підсумовуванні для визначення середнього значення показника, де  $g_i$  є не що інше як середня оцінка  $g$  з відповідного діапазону таблиці 1 етапу 4 методу.

Етап 9 (Лінгвістичне розпізнавання). Класифікуємо отримане значення ступеня ризику на базі даних таблиці 1. Результатом класифікації є лінгвістичний опис ступеня ризику банкрутства і (додатково) ступінь впевненості експерта в правильності його класифікації. І тим самим наш висновок про ступінь ризику підприємства набуває не тільки лінгвістичну форму, а й характеристику якості наших тверджень.

Тепер розглянемо приклад практичного застосування описаного в роботі [7] методу.

Постановка завдання. Розглянемо корпорацію "CD" (реально функціонуючу в Росії), яка аналізується за двома періодами - IV-ий квартал 1998 р. і I-ий квартали 1999 року. Провести комплексну оцінку його фінансового стану у вказаний період часу.

Застосування цього ж методу можна знайти в роботах [10,11], що опубліковані пізніше (в 2004 р.) та стосуються вітчизняних підприємств.

Рішення (номери пунктів відповідають номерам етапів методу).

- Визначаємо множини  $E$ ,  $G$  і  $B$ , як це зроблено на етапі 1 методу.
- Обрана на етапі 2 система  $X$  з 6 показників залишається без змін.
- Також приймаємо, що всі показники є рівнозначними для аналізу ( $r_i = 1/6$ ).
- Ступінь ризику класифікується за правилом таблиці 3 етапу 4 методу.
- Обрані показники на підставі попереднього експертного аналізу отримали класифікацію таблиці 2.
- Фінансовий стан підприємства «CD» характеризується наступними фінансовими показниками (таблиця 5):

## Поточний рівень показників

Шифр показника $X_i$	Значення $X_i$ в період I ( $X_i(I,i)$ )	Значення $X_i$ в період II ( $X_i(II,i)$ )
$X_1$	0.619	0.566
$X_2$	0.294	0.262
$X_3$	0.670	0.622
$X_4$	0.112	0.048
$X_5$	2.876	3.460
$X_6$	0.113	0.008

- проведемо класифікацію поточних значень  $x$  за умовою таблиці 2. Результатом проведеної класифікації є таблиця 6.

Таблиця 6

## Класифікація рівнів показників

Показ-ник $X_i$	Значення $\{\lambda\}$ в період I					Значення $\{\lambda\}$ в період II				
	$\lambda_1(x_{1,i})$	$\lambda_2(x_{1,i})$	$\lambda_3(x_{1,i})$	$\lambda_4(x_{1,i})$	$\lambda_5(x_{1,i})$	$\lambda_1(x_{1,i})$	$\lambda_2(x_{1,i})$	$\lambda_3(x_{1,i})$	$\lambda_4(x_{1,i})$	$\lambda_5(x_{1,i})$
$X_1$	0	0	0	0.81	0.19	0	0	0	1	0
$X_2$	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
$X_3$	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
$X_4$	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
$X_5$	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
$X_6$	0	0	0	1	0	0	0.5	0.5	0	0

Аналіз таблиці 6 показує, що в другому періоді відбулося якісне падіння забезпеченості одночасно з якісним ростом оборотності активів.

- оцінка ступеня ризику банкрутства за формулою (12) дає  $\mathcal{R}_I = 0,389$ ,  $\mathcal{R}_{II} = 0,420$ , звідки робимо висновок, що сталося серйозне погіршення стану підприємства (різкий кількісний ріст оборотності, що не супроводжується якісним зростанням, зате спостерігається якісний спад автономності, абсолютної ліквідності та рентабельності).

- лінгвістичне розпізнавання ступеня ризику по таблиці 2 дає ступінь ризику банкрутства як прикордонну між «низько» та «середньою», причому впевненість експерта в тому, що рівень саме «середній», наростає від періоду до періоду.

З проведеного дослідження можна зробити наступні висновки:

- проаналізовано основні фактори, що обумовлюють виділення задач управління економікою (на макро- та мікрорівні) до особливого класу неструктурованих та частково структурованих задач системного аналізу;
- запропоновано класифікацію інформаційних систем (ІС) за критеріями структурованості розв'язуваних задач та методами формалізації знань про об'єкт управління;
- виконано аналіз методів та засобів, що використовуються в ІС для вирішення неструктурованих або частково структурованих задач економічних досліджень;
- відмічені сутність та особливості використання методу аналізу ієрархій (МАІ) та пакету програм «Expert Choice» як одного із дуже популярних засобів підтримки прийняття рішень в економіці;
- розглянуто деякі положення теорії нечітких множин, зокрема нечіткі класифікатори, матричні схеми агрегування даних та матричний метод оцінки ризику банкрутства, запропоновані та описані Недосекіним О.О. в роботі [7].

**Список літератури:** 1. Інформаційний ресурс: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Информационные технологии](http://ru.wikipedia.org/wiki/Информационные_технологии) 2. Луценко Е. В. Интеллектуальные информационные системы: Учебное пособие для студентов специальности: 351400 "Прикладная информатика (по отраслям)". – Краснодар: КубГАУ, 2004. – 633 с. 3. Вороновский Г.К., Махотило К.В., Петрашев С. Н., Сергеев С.А. Генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети и проблемы виртуальной реальности. Харьков: Основа, 1997. –112 с. 4. Ситник В.Ф. Системы підтримки прийняття рішень: Навч. Посібник. – К.:КНЕУ, 2004. – 614с. 5. Т. Саати Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с. 6. Т.Саати, К. Кернс Аналитическое планирование. Организация систем. – М.: Радиоисвязь, 1991.– 224 с. 7. Alexey Nedosekin FUZZY FINANCIAL MANAGEMENT. Russia, Moscow, AFA Library, 2003. – 184 p. 8. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и её применение к принятию приближенных решений. – М.:Мир, 1976. – 167 с. 9. А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. Анализ, синтез, планирование в экономике. –М.: Финансы и статистика, 2000. – 368с. 10. М. Згуровский, Ю. Зайченко Комплексный анализ риска банкротства корпораций в условиях неопределенности. International Journal «Information Technologies & Knowledge» Vol.6, Number 2, 2012, p.103-125. 11. Ови Нафас Агаи Аг Гамши, Юрий Зайченко. Анализ финансового состояния и прогнозирование риска банкротства корпораций в условиях неопределенности. International Journal «Information Technologies & Knowledge» Vol.1, Number 4, 2012, p.336-348.

## **2.4 Застосування інформаційних технологій в управлінні інвестиційною діяльністю сільськогосподарського підприємства**

Впровадження інформаційних технологій у агропромислового комплексі є визначальним кроком у розвитку економіки України в цілому. На сучасному етапі розвитку народного господарства інвестування аграрної галузі має надзвичайно велике значення і відіграє важливу роль для стабілізації, розвитку й ефективного функціонування економіки в цілому.

На рівні сільськогосподарських підприємств пріоритетною цільовою установкою інвестицій є досягнення, як правило, економічного ефекту, який може бути одержаний у формі приросту суми інвестованого капіталу, доданої величини інвестиційного прибутку, забезпечення збереження раніше вкладеного капіталу, окупності вкладеного капіталу та ін.

Метод окупності відноситься як до вітчизняних, так і до зарубіжних методів. Окупність капіталовкладення – це кількість часу, яка необхідна для покриття витрат на той чи інший проект або для повернення коштів, вкладених підприємством за рахунок коштів, одержаних в результаті основної діяльності по даному проекту. Перевагою методу є те, що можна обчислити окупність капітальних витрат, отже і фонди можна використовувати в інших цілях.

Коефіцієнти дисконтування, що використовуються для планування інвестицій, звичайно називаються бар'єрними коефіцієнтами. У розрахунках однієї фірми для оцінки проектів з різним ризиком втрат застосовуються кілька різних бар'єрних коефіцієнтів. Найчастіше бар'єрний коефіцієнт, що використовується, дорівнює величині середнього ризику за операціями фірми. Застосування такого коефіцієнту сприяє збереженню ризику фірми в майбутньому. Цей ризик може бути приблизно визначений коефіцієнтом рівним прибутку на акціонерний капітал (власний капітал). Більш точно бар'єрний коефіцієнт визначається шляхом розрахунку витрат на збільшення капіталу фірми.

Внутрішній коефіцієнт окупності (внутрішня ставка доходу) – ВКО. ВКО – це коефіцієнт дисконтування, при якому величина чистої поточної вартості

дорівнює нулю. Значення цього коефіцієнту порівнюють зі значенням бар'єрного коефіцієнту фірми. Якщо значення ВКО менше, ніж бар'єрний коефіцієнт, проект капітальних вкладень буде відхилено.

РВКО – внутрішній коефіцієнт окупності з урахуванням реінвестицій. Цей коефіцієнт визначається за умови, що дисконтована майбутня вартість дорівнює капітальним витратам. Коефіцієнт дисконтування у відсотках і буде РВКО. Майбутня вартість визначається шляхом її обчислення при коефіцієнті реінвестування рівному банківському відсотку. Обчислення майбутньої вартості проводиться на протязі періоду аналізу.

Для аналізу інвестицій застосовується велика кількість показників, деякі з яких важко визначати. Велика кількість показників і методів оцінки інвестицій пояснюється складністю питання. Тому вважається кращим розрахунки проводити застосовуючи декілька методик, ніж в результаті припуститися помилки.

Формування грошового потоку. Грошовий потік відрізняється від прибутку тим, що він включає номінально-грошові витрати. Номінально-грошові витрати – це витрати, котрі не вимагають касових операцій. Це, насамперед, амортизація, знецінювання активів та інші витрати. Пояснення тому, що аналіз інвестицій проводиться на основі чистого грошового потоку, таке: грошовий потік можна відчувати, а прибуток – ні. Чистий грошовий потік – це грошовий потік за винятком податків і відсотків.

Формування грошового потоку проводиться за визначеною схемою в межах періоду аналізу. Період аналізу приймається зазвичай рівним терміну служби машин. Якщо порівнюються дві або більше альтернативи, то період аналізу приймається рівним меншому терміну служби машин. Це робить аналіз більш простим і зрозумілим.

Розглянемо на прикладі задачі метод, заснований на застосуванні приведеної вартості витрат (дисконтуванні витрат).

Підприємство, на якому Ви працюєте, належить до підприємств сільського господарства, де якому виникли проблеми з обробкою вантажів (зернових) на току або у зерносовищах. Для переміщення вантажів на току

застосовують завантажувачі, які у зв'язку зі збільшенням урожайності не справляються з транспортуванням зернових.

Фахівці пропонують купити або два однакових завантажувачі тієї ж продуктивності, що застосовуються на току (варіант 1), або один завантажувач удвічі більшої продуктивності (варіант 2). З урахуванням перенавчання вантажників на операторів завантажувачів економія ЗП складе у 1 варіанті 12000 грн. у рік, у другому – 14000 грн. у рік. Для придбання двох завантажувачів необхідно заплатити 30000 грн. (1 варіант), а для придбання завантажувача вдвічі більшої продуктивності (2 варіант) – 35000 грн.

Експлуатаційні витрати двох завантажувачів (1 варіант) складуть 1000 грн. у 1 рік експлуатації, потім витрати збільшуються по роках до 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2200 грн. Експлуатаційні витрати для одного завантажувача (2 варіант) складуть у 1 рік експлуатації 800 грн., потім витрати збільшуються по роках експлуатації до 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500 грн.

Додаткові витрати на споживану енергію для двох завантажувачів складуть (1 вар.) 1000 грн. на рік, для одного завантажувача (2 вар.) – 800 грн. Термін служби завантажувачів – 7 років. За рахунок прискорення обробки вантажів оборотні кошти можна скоротити на 2000 грн. Схема нарахування амортизації – прискорена. Ставка податку – 30%. Норма амортизації – 20%. Ставка дисконтування – 16%.

Визначити, якому з варіантів можна віддати пріоритет.

Таблиця 1

Формування потоку коштів для двох завантажувачів

Найменування показників	Показники по роках							
	0	1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I. Інвестиції								
2 Завантажувачі	-30000							
II. Приріст грошових доходів і витрат								
Економія ЗП		12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000
Ел. енергія		-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000
Експлуатація		-1000	-1200	-1400	-1600	-1800	-2000	-2000
Амортизація		-4500	-9000	-6000	-4500	-3000	-1500	-1500
Разом:		5500	800	3600	4900	6200	7500	7500
Податок (30%)		1650	-240	1080	1470	1860	2250	2250

### Закінчення таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<u>Підсумок приросту доходів і витрат</u>		3850	560	2520	3430	4340	5250	5250
III. Коректування грошових потоків								
Оборотний капітал		2000						-2000
Амортизація		4500	9000	6000	4500	3000	1500	1500
Чистий грош. потік	-30000	10350	9560	8520	7930	7340	6750	4750
Поточна вартість	-30000	8922,41	7104,64	5458,40	4379,67	3494,67	2770,49	1680,69

Сума поточної вартості (за 1-7 роки) = 33810,97 грн.

Чиста поточна вартість = 3810,97 грн.

Окупність проекту складає 4 роки, так як сума чистого грошового потоку за 4 роки складає 36360,00 грн. і перевищує суму інвестицій.

ПВ-окупність складає 6 років, ПВ-індекс = 1,13.

Внутрішній коефіцієнт окупності складає 20,75 %.

Схема розрахунку внутрішнього коефіцієнта окупності з урахуванням інвестицій (РВКО). Банківський відсоток = 10%.

Таблиця 2

### Схема розрахунку внутрішнього коефіцієнта окупності з урахуванням реінвестування

Роки	Чистий грошовий потік по роках							Сумарний потік
	1	2	3	4	5	6	7	
1	-30000							
2		10350,00	11385,00	12523,50	13775,85	15153,44	16668,78	18335,66
3			9560,00	10516,00	11567,60	12724,36	13996,80	15396,48
4				8520,00	9372,00	10309,20	11340,12	12474,13
5					7930,00	8723,00	9595,30	10554,83
6						7340,00	8074,00	9769,54
7							6750,00	7425,00
Разом								4750,00

РВКО:  $30000 = 4750,00 / (1 + i)^7 = 14,77\%$ .

РВКО = 12,88%.

Таблиця 3

## Формування потоку коштів для одного завантажувача

Найменування показників	Показники по роках							
	0	1	2	3	4	5	6	7
I Інвестиції								
Завантажувач	-35000							
II Приріст грошових доходів і витрат								
Економія ЗП		14000	14000	14000	14000	14000	14000	14000
Ел. енергія		-800	-800	-800	-800	-800	-800	-800
Експлуатація		-800	-1000	-1100	-1200	-1300	-1400	-1500
Амортизація		-5250,00	-10500,00	-7000,00	-5250,00	-3500,00	-1750,00	-1750,00
Разом:		7150,00	1700,00	5100,00	6750,00	8400,00	10050,00	9950,00
Податок на доход (30%)		2145,00	-510,00	1530,00	2025,00	2520,00	3015,00	2985,00
<u>Підсумок приросту доходів і витрат</u>		5005,00	1190,00	3570,00	4725,00	5880,00	7035,00	6965,00
III. Коректування грошових потоків								
Оборотний капітал		2000,00						-2000,00
Амортизація		5250,00	10500,00	7000,00	5250,00	3500,00	1750,00	1750,00
Чистий грош. потік	-35000	12255,00	11690,00	10570,00	9975,00	9380,00	8785,00	6715,00
Поточна вартість	-35000	10564,66	8687,57	6771,75	5509,10	4465,94	3605,74	2375,97

Сума поточної вартості (за 1-7 роки) = 41980,73 грн.

Чиста поточна вартість = 6980,73 грн.

Окупність проекту складає 4 роки, так як сума чистого грошового потоку за 4 роки складає 44490,00 грн. і перевищує суму інвестицій.

ПВ-окупність складає 5 років, ПВ-індекс = 1,2.

Внутрішній коефіцієнт окупності складає 23,21 %.

Схема розрахунку внутрішнього коефіцієнта окупності з урахуванням інвестицій (РВКО). Банківський відсоток = 10%.

Таблиця 4

## Схема розрахунку внутрішнього коефіцієнта окупності з урахуванням реінвестування

Роки	Чистий грошовий потік по роках								Суммарний потік
	1	2	3	4	5	6	7		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	-35000								
2		12255,00	13480,50	14828,55	16311,41	17942,55	19736,80	21710,48	
3			11690,00	12859,00	14144,90	15559,39	17115,33	18826,86	
4				10570,00	11627,00	12789,70	14068,67	15475,54	



#### Закінчення таблиці 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5					9975,00	10972,50	12069,75	13276,73
6						9380,00	10318,00	11349,80
7							8785,00	9663,50
Разом								6715,00

РВКО:  $35000 = 6715,00 / (1 + i)^7 = 15,68\%$ .

РВКО = 15,68%.

#### Таблиця 5

##### Порівняльна таблиця по двох варіантах

Показники	Варіант.1	Варіант.2
ЧПВ	3810,97	6980,73
Окупність	4 роки	4 років
ПВ-окупність	6 років	5 років
ПВ-індекс	1,13	1,20
ВКО	20,75 %	23,21 %
РВКО	14,77 %	15,68 %

Виходячи з того, що ЧПВ і ПВ-індекс у другому варіанті більші, то цей варіант кращий. Загалом, рішення про доцільність варіантів приймається керівником, на підставі колегіального розгляду питання.

Аналіз чутливості полягає у варіюванні умов, що є визначальними при ухваленні рішення.

Для кожного з варіантів економії робочої сили необхідно перерахувати грошовий потік і відповідно ЧПВ. Результати перерахування приведені в таблиці «Економія заробітної плати і ЧПВ».

Розрахунки для 1-го варіанту.

#### Таблиця 6

##### Економія заробітної плати і ЧПВ

Кількість робітників	1	2	3	4	5
Економія ЗП за рік	4000,00	8000,00	12000,00	16000,00	20000,00
ЧПВ	-18805,00	-7497,02	3810,97	15118,95	26426,93

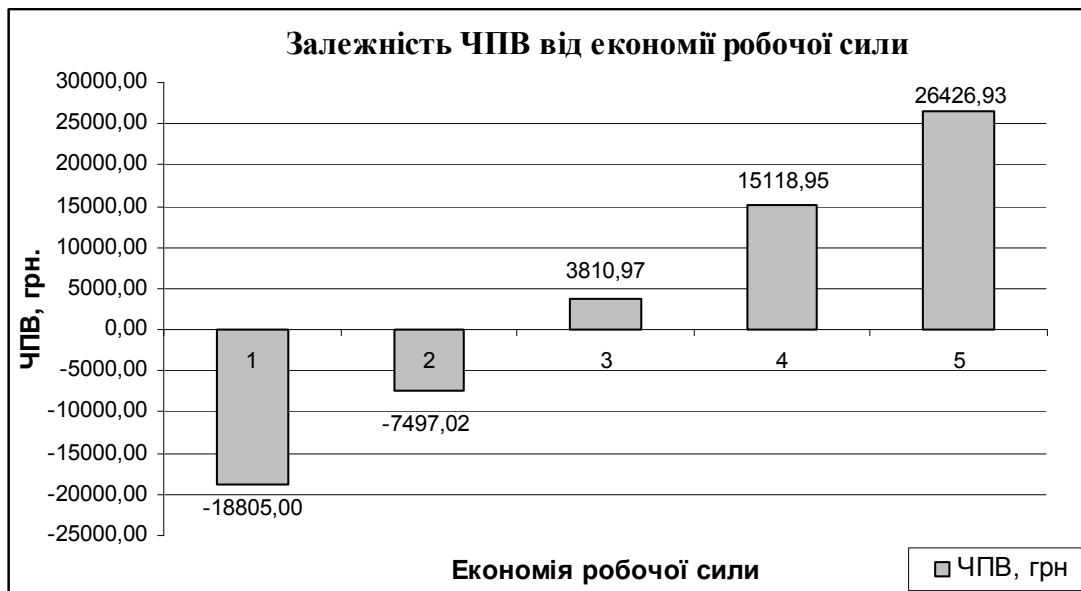


Рис. 1. Залежність величини чистої поточної вартості (ЧПВ) від економії робочої сили.

Аналіз чутливості дає оцінку найбільш ймовірного скорочення робочої сили.

Таблиця 7

### Аналіз чутливості

Кількість робочих	Імовірність економії робочої сили	Економія заробітної плати	
1	5%	4000,00	$4000,00 * 0,05 = 200$
2	15%	8000,00	$8000,00 * 0,15 = 1200$
3	60%	12000,00	$12000 * 0,6 = 7200$
4	15%	16000,00	$16000,00 * 0,15 = 2400$
5	5%	20000,00	$20000 * 0,05 = 1000$
Разом, середня економія зарплати від впровадження інвестицій = 12000			

Найбільш ймовірне скорочення робочої сили розраховується, як

$$1 * 0,05 + 2 * 0,15 + 3 * 0,6 + 4 * 0,15 + 5 * 0,05 = 3.$$

Розрахунки для 2-го варіанту.

Таблиця 8. Економія заробітної плати і ЧПВ

Кількість робітників	1	2	3	3,4	4	5
Економія ЗП за рік	4117,647	8235,29	12352,94	14000,00	16470,59	20588,24
ЧПВ	-20956,64	-9316,07	2324,50	6980,73	13965,07	25605,64

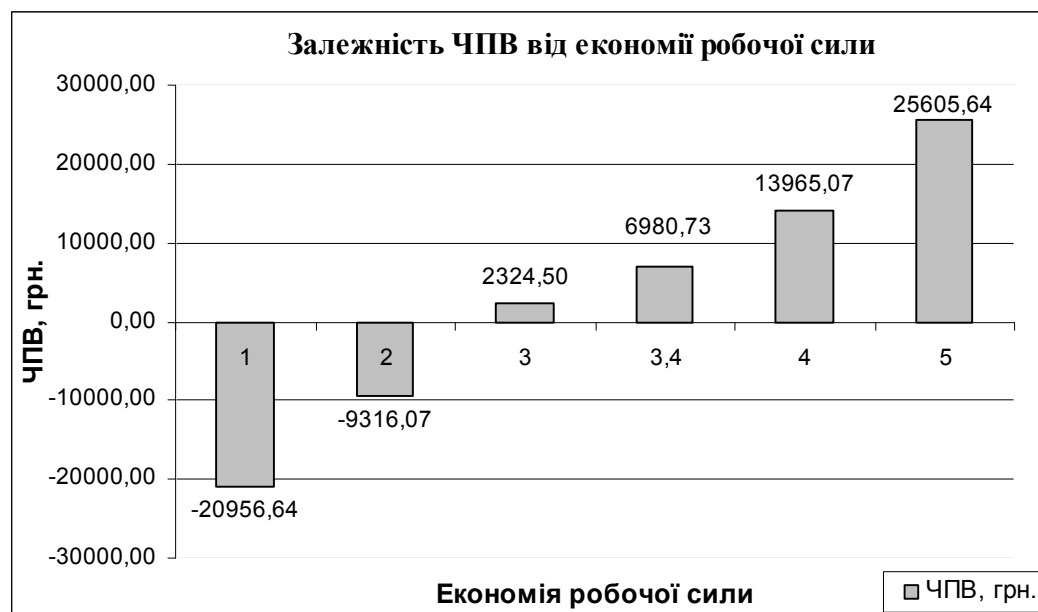


Рис. 2. Залежність зміни чистої поточної вартості (ЧПВ) від економії робочої сили.

Таблиця 7

### Аналіз чутливості

Кількість робітників	Імовірність економії робочої сили	Економія заробітної плати	
1	5%	4117,65	$4117,65 * 0,05 = 205,88$
2	15%	8235,29	$8235,29 * 0,15 = 1235,29$
3	60%	12352,94	$12352,94 * 0,6 = 7411,76$
4	15%	16475,59	$16475,59 * 0,15 = 2470,59$
5	5%	20588,24	$20588,24 * 0,05 = 1029,41$
Разом, середня економія зарплати від впровадження інвестицій = 17953			

Висновки: На основі проведеного аналізу слід відзначити, що кращим є другий варіант. Величина чистої поточної вартості (ЧПВ) складає 6980,73 грн., що у 1,8 рази перевищує величину даного показника у 1-му варіанті. ПВ-окупність і ПВ-індекс у другому варіанті більші, коефіцієнти ВКО і РВКО теж

перевищують значення показників визначених у першому варіанті. Загалом, рішення про доцільність варіантів приймається керівником, на підставі колегіального розгляду питання. Успішний розвиток сільського господарства потребує масштабного і ефективного інвестиційного забезпечення.

**Список літератури:** 1. *Холт Н.* Планування інвестицій. – М.: Справа, 1995 р. 2. *Бланк І.А.* Інвестиційний менеджмент. – К.: МП «ИТЕМ ЛТД», «Юнайтед Лондон Трейд Лимитид», 1989 р. 3. *Хікс Джон Ричард* Вартість і капітал. – М: Економіка, 1986 р. 4. *А.В. Пластинин* "Экономическая эффективность производства и инвестиций: принципы, показатели и методы оценки" Учебное пособие, Архангельск: РИО АЛТИ, 1993. 5. <http://www.coolreferat.com> / Статистика иностранных инвестиций в экономику Российской Федерации. 6. *Инвестиции: источники и методы финансирования* - Ивасенко А.Г. - Практическое пособие. 7. *Сутормина В.М., Федосов В.М., Рязанова Н.С.* Фінанси зарубіжних корпорацій. – К.: Либідь, 1993 р.