

МОДЕЛІ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ УПРАВЛІННІ ДОЧІРНІМ ПІДПРИЄМСТВОМ

Анотація. Проаналізовано дочірнє підприємство як об'єкт управління активними системами. Запропоновано метод дослідження дочірнього підприємства, який полягає у використанні в активних системах комплексного підходу, який поєднує евристико-аналітичні та ймовірнісні методи, що дозволяє побудувати алгоритм процесу розробки оперативного рішення.

Ключові слова. Активні системи, прийняття рішень, управління, підприємство, комплексний підхід, імітаційне моделювання.

Вступ

Сучасна економіка диктує свої умови для ефективного функціонування будь-якого підприємства. Нинішній період характеризується виникненням нових форм власності, нових форм організації економічних взаємовідносин, середовищем (сировинним, податковим), що постійно змінюється. Нестабільне економічне становище сприяє виникненню непередбачуваних ризиків.

Одним із засобів „виживання” для невеликих підприємств є входування їх до корпорацій на засадах дочірніх підприємств [1]. Дочірні компанії є юридично самостійними. Вони мають достатню фінансову базу й майно, необхідне для здійснення самостійної господарської діяльності.. Разом з тим, материнська компанія здійснює контроль за діяльністю належних їй дочірніх компаній, що забезпечує володіння контрольним пакетом акцій.

Складні соціально-економічні системи, як правило, включають значне число суб'єктів управління, які мають властивість активності, що полягає в їхній здатності цілеспрямовано діяти відповідно до власних цілей і інтересів. Вдосконалення управління дочірнім підприємством з метою отримання максимально можливого прибутку, раціонального використання сировини, зокрема розробки оптимальних та конкурентоспроможних рецептур на харчовому підприємстві, є досить актуальним на сьогоднішній день. Розв'язання таких задач практично неможливо без впровадження сучасних інформаційних технологій, швидкості та правильності прийнятих рішень [2, 3].

Ціль роботи

Одним з підходів до розв'язання задач даного класу є застосування теорії активних систем [4, 5], що розглядає широке коло задач управління в економіці й суспільстві з врахуванням проявів активності учасників системи. **Метою роботи** є розробка методології використання комплексного підходу в активних системах для розробки системи підтримки прийняття рішень стосовно дочірніх підприємств харчової галузі.

Викладення основного матеріалу

При управлінні активними системами виникає необхідність врахування активності її елементів, тому що тільки лише формулювання цілей управління виявляється недостатнім для забезпечення бажаного поведіння активної системи. Отже, необхідно забезпечити механізм реалізації цілей управління. Для цього варто визначити можливі реакції системи на різні управляючі впливи й чітко встановити механізм функціонування системи - сукупність правил, законів, процедур і т.д., що регламентують взаємодію її учасників: управляючого органа (центра) і керованих суб'єктів (активних елементів – АЕ). Складовою частиною механізму функціонування є механізм управління активними системами (АС), тобто правила прийняття управлінських рішень центром.

Особливо слід зазначити, що мається на увазі не тільки послідовність дій, що забезпечують рішення задачі синтезу управлінь, оптимальних у моделі АС, а сукупність методів, що дозволяють здійснити комплексне рішення всіх задач, що стоять перед дослідником операцій.

Розглянемо задачу управління будь-якою (пасивною або активною) системою. Нехай стан системи в деякий момент часу залежить від управляючих впливів $u \in U : y = F(u)$. Припустимо, що на множині $U \times A$ заданий функціонал $\Phi(i, y)$, що визначає ефективність функціонування системи. Величина $K(u) = F(u, F(u))$ називається ефективністю управління $u \in U$.

Тоді задача управляючого органу полягає у виборі такого припустимого управління, що максимізувало б значення його ефективності за умови, що відома реакція системи $F(u)$ на управляючі впливи:

$$K(u) \rightarrow \max_{u \in U} \quad (1)$$

Якщо управляючий орган має модель реальної активної системи, що адекватно описує її поведінку, то задача управління АС (задача синтезу оптимального управляючого впливу) зводиться до вибору оптимального управління $u^* = \tilde{u}(y) \in U$, тобто припустимого управління, що максимізує ефективність.

Склад, структура, цільові функції, припустимі множини, число періодів функціонування, порядок функціонування й інформованість учасників визначають механізм функціонування (управління) АС. Це сукупність законів, правил і процедур взаємодії учасників системи. У вузькому сенсі механізм управління являє собою сукупність правил прийняття рішень (ППР) учасниками АС при заданих її складі, структурі й т.д.

Розглянемо базову модель активної системи, що складається із центра й n активних елементів, що функціонують в умовах повної інформованості про всі істотні зовнішні та внутрішні відносно системи параметри (детермінована АС). Структура АС наведена на рис. 1.

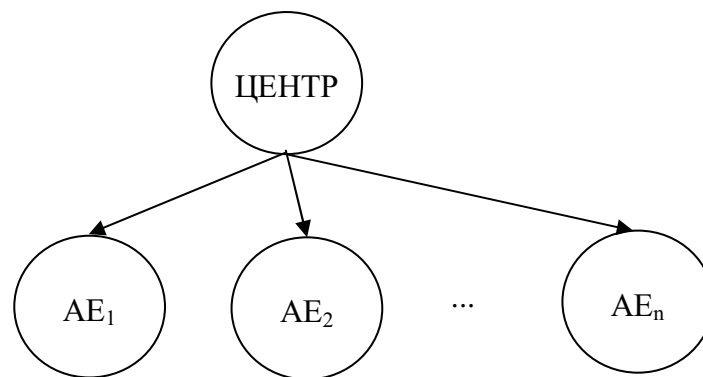


Рисунок 1 – Дворівнева АС віялового типу.

Термін "базова" відносно описуваної моделі слід розуміти так: розглянута модель є з однієї сторони найпростішою (як з погляду структури, опису й т.д., так і з погляду її дослідження), тому що в її рамках не враховуються багато факторів (динаміка, невизначеність і т.д., які враховуються в розширеннях базової моделі), а з іншої сторони на її прикладі можна простежити багато закономірностей управління АС для того, щоб використовувати їх при переході до більш складних моделей.

Нехай активна система складається із центра й одного активного елемента. Інтереси учасників виражені їхніми цільовими функціями: $\Phi I(y) = H(y)$ і $f(y) = \sigma(y) - c(y)$, де $y \in A$ – дія АЕ, $H(y)$ – функція доходу

центру, $\sigma(y) \in M$ – функція управління, $c(y)$ – функція витрат АЕ [6]. Стратегією центра є призначення функції управління із класу M з метою максимізації своєї цільової функції $\Phi I(y)$ за умови, що АЕ вибере при відомій функції управління дію з множини A , що максимізує його власну цільову функцію $f(y)$. Множина дій АЕ, що забезпечують максимум його цільової функції при даній системі управління, називається множиною реалізованих дій (множиною рішень гри) (2):

$$P(\sigma) = \underset{y \in A}{\text{Arg max}} \{ \sigma(y) - c(y) \} \quad (2)$$

Ефективність управління в рамках гіпотези доброзичливості визначається як $K(\sigma) = \underset{y \in P(\sigma)}{\text{max}} \Phi(y)$. Задачею синтезу оптимальної функції управління називається задача $K(\sigma) \rightarrow \underset{\sigma \in M}{\text{max}}$

У багатоелементних задачах витратами на управління називається

величина $\vartheta(y, \sigma) = \sum_{i=1}^n \sigma_i(y_i)$, де i – номер АЕ, $i \in I = \{1, 2, n\}$, n – число

АЕ в системі, $y = (y_1, y_2, y_n)$ [5]. Витратами на управління по реалізації

дії $y \in A' = \prod_{i=1}^n A_i$ системою управління $\sigma \in M$ називається величина

$\vartheta(y, \sigma)$, де $y \in P(\sigma)$. Мінімальні витрати на управління по реалізації дії

$$y \in A \in \vartheta(y) = \underset{\{\sigma \in M | y \in P(\sigma)\}}{\text{min}} \vartheta(y, \sigma).$$

Використання теорії активних систем для розв'язання задач нашого дослідження пропонується здійснювати за умови комплексного підходу. Саме комплексний підхід, що поєднує евристико-аналітичні, імовірнісні та інші методи, дає можливість розглядати ситуації з різних сторін. Деякі задачі можна вирішувати декількома методами, деякі – лише одним методом. Такий підхід дає змогу експертові приймати зважені, раціональні рішення.

Розглянемо застосування комплексного підходу для розв'язання задачі оцінки ризику інвестиційного проекту. Спочатку розв'яжемо задачу ймовірнісним методом.

Інвестиційний проект – це план або програма заходів, пов'язаних із здійсненням капітальних вкладень з метою їх подальшого відшкодування та одержання прибутку. Такий проект припускає планування в часі трьох основних грошових потоків: потоку інвестицій, пото-

ку поточних (операційних) платежів та потоку надходжень. Будь-яка змінна не може бути спланована цілком точно, тому що немає повної визначеності відносно майбутнього стану ринку. Дана модель розглядає оцінку ризику інвестиційного проекту з використанням методів нечітких множин.

Під невизначеністю слід розуміти стан неоднозначності розвитку певних подій в майбутньому, стан неможливості точного передбачення основних величин і показників розвитку діяльності підприємства. Повне виключення невизначеності, тобто створення однозначних умов розвитку та протікання бізнесу, є неможливим.

Облік ризиків, пов'язаних з реалізацією інвестиційного проекту, здійснюється декількома способами. Можна виконати експертну оцінку ризику проекту та включити його величину в коефіцієнт дисконтування. В цьому випадку математична модель оцінки проекту виглядає як

$$NPV = -I + \sum_{i=1}^n \frac{CIF_i - COF_i}{(1+k)^i} + \frac{C}{(1+k)^{n+1}}, \quad (3)$$

де NPV – чиста приведена вартість проекту; I – необхідна інвестиція; k – коефіцієнт дисконтування з урахуванням факторів ризику; CIF_i – грошові надходження в i -му періоді; COF_i – витрати i -го періоду; C – ліквідаційна вартість чистих активів, що склалася в ході інвестиційного процесу; n – кількість років реалізації проекту.

Вираз $CIF_i - COF_i$ в формулі (3) можна замінити на узагальнений вираз ΔVi (оборотне сальдо надходжень i витрат в i -му періоді). Тоді (3) має вигляд:

$$NPV = -I + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta V_i}{(1+k)^i} + \frac{C}{(1+k)^{n+1}}. \quad (4)$$

Більш довершений спосіб припускає зменшення грошових потоків доходів майбутніх періодів на зростаючий коефіцієнт, що показує ступінь невпевненості у величинах очікуваних доходів. Така модель має вигляд:

$$NPV = \sum_{i=0}^n \frac{\alpha_i * CIF_i - COF_i}{(1+k)^i}, \quad (5)$$

де α_i – вказаний коефіцієнт.

Коли мова йде про доцільність інвестиції, можна використовувати метод обчислення чистої приведеної вартості, формула обчислення якої в цьому випадку може бути перетворена до наступного вигляду:

$$NPV = -I_0 + PV(I_n) + \sum_{i=0}^n \frac{(P - VC) * FMS * MS * (1 + MGR * (i - 1)) - FC}{(1 + k)^i}, \quad (6)$$

де $PV(I_n)$ – приведення значення остаточної вартості інвестиції; I_0 – необхідна інвестиція; P – відпускна ціна; FMS – доля ринку компанії; FC – постійні витрати; I_n – остаточно вартість інвестиції; VC – змінні витрати; MS – розмір ринку; MGR – коефіцієнт зростання ринку.

Інвестиційний проект вважається ефективним, коли NPV, оцінена за формулою (6), є більшою за визначений проектний рівень. Якщо всі параметри в (6) є „розмитими”, тобто їх точне плановане значення невідомо, тоді в якості вхідних даних доречно використовувати трикутні нечіткі числа з функцією належності наступного вигляду [6] (рис. 2).

Ці числа моделюють висловлювання наступного виду: „параметр A приблизно дорівнює \bar{a} та однозначно знаходиться в діапазоні $[a_{\min}, a_{\max}]$ ”. Отриманий опис дозволяє розробнику інвестиційного проекту в якості вхідної інформації взяти інтервал параметру та найбільш очікуване значення цього ж параметру. Тоді відповідне трикутне число побудовано. Параметри $(a_{\min}, \bar{a}, a_{\max})$ називаються значимими точками трикутного нечіткого числа \underline{A} .

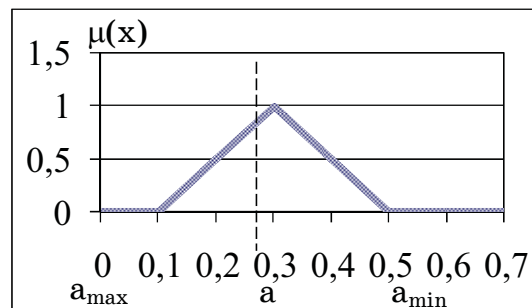


Рисунок 2 – Трикутне число

Тепер всі параметри для розрахунку NPV можна записати наступним набором нечітких чисел:

$$\underline{I} = (I_{\min}, \bar{I}, I_{\max}); \quad \underline{r} = (r_{\min}, \bar{r}, r_{\max});$$

$$\underline{\Delta V}_i = (V_{\min}, \overline{\Delta V}_i, V_{\max}); \quad \underline{C} = (C_{\min}, \overline{C}, C_{\max}).$$

Якщо будь-який параметр відомий цілком точно або заданий однозначно, тоді нечітке число \underline{A} вироджується в дійсне число A з обов'язковим виконанням умови $a_{\min} = \bar{a} = a_{\max}$. При цьому сутність методу залишається незмінною.

Основні операції з нечіткими числами зводяться до операцій з їх інтервалами достовірності, а операції з інтервалами, в свою чергу, виражаються через операції з дійсними числами – границями інтервалів. Якщо по кожному нечіткому числу в структурі вихідних даних знайти інтервали достовірності, то, користуючись правилами математичних дій із нечіткими числами, отримуємо формулу:

$$[NPV_1, NPV_2] = \left[-I_2 + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta V_{i1}}{(1+k_2)^i} + \frac{C_1}{(1+k_2)^{n+1}}, -I_1 + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta V_{i2}}{(1+k_1)^i} + \frac{C_2}{(1+k_1)^{n+1}} \right]. \quad (7)$$

Найпростішим способом оцінки ризику інвестицій є обчислення коефіцієнту стійкості бізнес-плану. Цей коефіцієнт можна розрахувати, якщо відоме середньоочікуване значення чистої приведеної вартості проекту. Коефіцієнт стійкості бізнес-плану [7] розраховується за формулою:

$$\lambda = \frac{NPV_{av}}{\Delta}, \quad (8)$$

де NPV_{av} – середньоочікуване значення NPV ;

Δ – різниця NPV від середнього (тобто $\Delta = NPV_{av} - NPV_{\min} = NPV_{\max} - NPV_{av}$, $NPV = NPV_{av} \pm \Delta$).

Зрозуміло, що чим вищий коефіцієнт стійкості бізнес-плану, тим більш надійним є інвестиційне розв'язання. Для оцінки рівню ризику використовується табл. 1 [7].

Таблиця 1

Рівень ризику та ризик-статус проекту

Значення λ	Рівень ризику проекту, %	Ризик-статус проекту
0 ... 0,25	>20	Неприйнятний ризик
0,25 ... 0,44	10 ... 20	Прикордонний ризик
0,44 ... 1	<10	Прийнятний ризик

При $\lambda \rightarrow \infty$ розшарування даних немає, тобто інвестиційний проєкт може бути прийнятий до виконання. Однак в реальності інвестиційного проєктування завжди є сценарії несприятливого розвитку подій, коли $NPV_{\min} = NPV_{av} - \Delta < 0$, тобто $\lambda < 1$.

При цьому раціональні інвестиційні проєкти припускають середньоочікуваний результат проєкту. Таким чином, ми досліджуємо ризик інвестиційного проєкту при вхідному допущенні про стійкість проєкту в межах $0 < \lambda < 1$.

На рис.3 наведено екранну форми роботи програми, що здійснює оцінку ризику інвестиційного проєкту.

Введіть дані для оцінки рівня ризику інвестиційного проєкту:

Стартовий обсяг інвестицій:
 MIN: MAX:

Ставка дисконтування:
 MIN: MAX:

Оборотне сальдо надходжень і платежів:
 MIN: MAX:

Ліквідаційна вартість чистих активів:
 MIN: MAX:

Число планових інтервалів:

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКІВ

Значення чистої приведеної вартості проєкту:
 NPV: (-1, 0.257, 2.470)

NPV - несиметричне число, тому ризик розраховуємо двома способами:

1. Для нижньої оцінки ризику:
 Ризик проєкту ПРИКОРДОННИЙ (19.3%):

2. Для верхньої оцінки ризику:
 Ризик проєкту ПРИКОРДОННИЙ (15.7%):

Рис. 3. Результат роботи програми оцінки ризику інвестиційного проєкту

Здійснимо імітаційне моделювання аналізу ризиків інвестиційного проєкту на такому прикладі.

Фірма розглядає інвестиційний проєкт з виробництва продукту "А". Експериментально були виявлені три ключових параметри проєкту й визначені можливі межі їх змін (табл. 2). Інші параметри проєкту вважаються сталими (табл. 3)

Ключові параметри проекту

Показники	Сценарій		
	Найгірший	Найкращий	Ймовірний
Обсяг випуску Q	150	300	200
Ціна за штуку P	40	55	50
Змінні витрати V	25	35	30

Першим етапом аналізу є визначення залежності результуючого показника від вихідних. При цьому як результуючий показник звичайно виступає один із критеріїв ефективності: NPV, IRR, PI. Припустимо, що використовуваним критерієм є чиста теперішня вартість проекту NPV:

$$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{NCF_i}{(1+r)^i}, \quad (9)$$

де NCF_i – значення чистого потоку платежів у періоді t .

За умовами прикладу значення норми дисконтування r і початковий обсяг інвестицій I_0 відомі і вважаються сталими протягом строку реалізації проекту (табл. 3). Будемо вважати, що потік платежів, який генерується проектом, має вид ануїтету. Тоді величина потоку платежів NCF для будь-якого періоду t однакова і може бути визначена із співвідношення:

$$NCF = [Q(P - V) - F A](1 - T) + A. \quad (10)$$

Наступним етапом проведення аналізу є вибір законів розподілу ймовірностей змінних факторів. У нашому прикладі до таких факторів належать: змінні витрати V , обсяг випуску Q і ціна P . Діапазони можливих змін показників наведено у табл. 2. Ми будемо виходити з припущення, що всі ключові змінні фактори мають рівномірний розподіл ймовірностей.

У прикладі ми виходимо з припущення про незалежність і рівномірний розподіл ключових змінних Q , V , P . Визначити, який розподіл при цьому буде мати показник NPV, заздалегідь неможливо. Одне з можливих вирішень цієї проблеми — спробувати апроксиму-

вати невідомий розподіл одним із відомих. Зазвичай для апроксимації використовують функцію нормального розподілу.

Таблиця 3

Сталі параметри проекту

Показники	Найбільш ймовірне значення
Постійні витрати - F	500
Амортизація - A	100
Податок на прибуток - T	60%
Норма дисконту - r	10%
Термін проекту - n	5
Початкові інвестиції - I ₀	2000

У прикладному аналізі для цілей апроксимації широко застосовується окремий випадок нормального розподілу — стандартний нормальний розподіл. Математичне очікування стандартно розподіленої випадкової величини E дорівнює 0: $M(E) = 0$. Графік цього розподілу симетричний відносно осі ординат. Розподіл характеризується одним параметром — стандартним відхиленням σ , яке дорівнює 1.

Приведення випадкової змінної E до стандартно розподіленої величини Z здійснюється за допомогою нормалізації, яка полягає у вирахуванні середньої та наступного ділення її на стандартне відхилення:

$$Z = \frac{E - M(E)}{\delta(E)} \quad (11)$$

Виходячи з (11), величина Z виражається в кількості стандартних відхилень. Для обчислення ймовірностей за значенням нормалізованої величини Z використовуються спеціальні статистичні таблиці.

Моделювання проводилося засобами електронних таблиць Microsoft Excel. Результати наведено на рис. 4.

Висновки

Проведено аналіз дочірнього підприємства як об'єкта управління активними системами. Запропоновано метод дослідження дочірнього підприємства, який полягає у використанні в активних системах комплексного підходу, який поєднує евристико-аналітичні та ймовір-

нісні методи, що дозволяє побудувати алгоритм процесу розробки оперативного рішення.

	A	B	C	D	E	F
1	Имитационный анализ (Метод Монте-Карло) Распределение с равными вероятностями					
2	Начальные инвест. (I)	2000	Норма (r)	0,1		
3	Пост. расходы (F)	1000	Налог (T)	1		
4	Амортизация (A)	400	Срок (n)	9		
5						
6	Показатели	Переменные (V)	Количество (Q)	Цена (P)	Поступления (NCFt)	NPV
7						
8	Среднее значение	35,75356363	227,110313	48,61666417	594532,8022	101235
9	Стандарт. отклонение	5,636145398	39,9497208	3,768093915	677986,2443	117725,9
10	Коэф. вариации	0,157638703	0,17590448	0,077506221	1,140368104	1,1628972
11	Минимум	25,69999073	159,141873	40,83921243	-712092,599	-125648,14
12	Максимум	44,76045461	293,60256	54,83358498	2203768,608	380663,57
13	Число случаев NPV<0					13
14	Сумма убытков					-500305,9
15	Сумма доходов					5460820,7
16						
17	Вероятность p(NPV<=X)			Величина (X)	Нормал. (X)	p(NPV<=X)
18				0	-0,85992121	0,1949162
19						

Рисунок 4 – Результати аналізу

ЛІТЕРАТУРА

1. Гибсон Дж.Л., Иванцевич Д.Л., Доннелли Д.Х. Организации: поведение, структуры, процессы: Учебник для вузов. – М: ИНФРА-М, 2000. – 345 с.
2. Рогальский Ф.Б., Курилович Я.Е., Цокурено А.А. Математические методы анализа экономических систем: В двух кн. – Київ: Наукова думка, 2001. – Кн. 1. – 435 с. Кн. 2. – 423 с.
3. Вишемирська С. В. Інформаційне забезпечення прийняття рішень на підприємстві дитячого харчування // Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем. Тези доповідей. – Дніпропетровськ, 2008. – С. 73–75.
4. Бурков В.Н. Основы математической теории активных систем. – М.: Наука, 1977.
5. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Теория активных систем: состояние и перспективы. – М.: Синтег, 1999. – 128 с.
6. Недосекин А. О. Простейшая оценка риска инвестиционного проекта // Современные аспекты экономики, №11, 2002. – С. 3.