

ЗАСТОСУВАННЯ БАГАТОЗНАЧНОЇ ЛОГІКИ У ФІНАНСОВОМУ АНАЛІЗІ

С. Прийма

*Львівський національний університет імені Івана Франка
79008, м. Львів, проспект Свободи, 18*

У статті розглянуто методика використання багатозначного виводу у фінансовій сфері.

Ключові слова: невизначеність, багатозначна логіка, оцінка невизначеності, багатозначний вивід, грошовий потік, самофінансування, платоспроможність, фінансовий ризик, котирування акцій.

Основним елементом народногосподарської системи країни є підприємство. Воно завжди знаходиться в умовах певної невизначеності і зіштовхується з можливістю зазнати втрат внаслідок впливу некерованих та непередбачуваних чинників, відхилень фактичних даних від прогнозованих, очікуваних стосовно теперішнього стану та ситуації у майбутньому. Якщо цього не враховувати та не оцінювати, то можна зазнати значних матеріальних та фінансових збитків.

Успішне функціонування підприємств у значній мірі залежить і від самих підприємств, від ефективності в діях управлінського апарату. Визначальним у цьому відношенні є вдалий підбір ефективних технологій, отримання достовірної оцінки ринкових кон'юктур, залучення кадрів високого професійного рівня.

Як уже зазначалося, діяльність підприємств на різних етапах і в різних сферах завжди пов'язана з невизначеністю.

Невизначеність - досить широке поняття, яке свідчить про об'єктивну неможливість мати абсолютно істинні знання про стан справ.

Сутність невизначеності стосовно параметрів характеризується інтервалами у яких знаходяться ці параметри.

Можна говорити про два типи невизначеності [2]. Статистична невизначеність параметрів має місце тоді, коли невизначені параметри можуть спостерігатись достатню кількість разів, що дозволяє судити про частоту випадків як певного наближення до ймовірностей.

Нестатистична невизначеність параметрів має місце тоді, коли їх поява мала місце недостатню кількість разів, або взагалі не спостерігалось у минулому. Але і у цьому випадку можна говорити про імовірність, числове значення якої виробляє впевненість про набуття цим параметром відповідного значення. У цьому випадку говорять про суб'єктивну імовірність.

За рівнем ймовірності настання подій виділяють три види невизначеності:

- повна невизначеність характеризується близькою до 0 прогнозованістю;
- часткова невизначеність - характеризується тим, що ймовірність настання

події, а отже ступінь її прогнозування знаходяться в межах від 0 до 1.

– повна визначеність характеризується близькою до 1 прогнозованістю настання події.

Отже, невизначеність обов'язково треба оцінювати.

Оцінка, або впевненість експерта у даному правилі – це числовий вираз, який дозволяє адекватно описувати ситуації з невизначеністю керуючись числами, словосполученнями звичайної мови, ступенями належності. Можна сказати, що оцінка – це дані про явище або об'єкт, забезпечені однією особою, або декількома людьми. Найчастіше використовують оцінки в межах від 0 до 1, тобто 0,3; 1; 0,59 і ін., якщо не можемо виразити впевненість одним числом, то можна задати її як довірчий інтервал $[0,7;0,9]$, $[0;0,5]$. Для задання оцінки також використовують трикутні нечіткі числа або трійки з $[0;1]$. Наприклад $(0,7;0,9;1)$, де 0,9 максимальна впевненість, найбільш очікуване значення. Інколи у трикутному числі максимальна впевненість може бути задана інтервалом, тобто $(0,3; [0,4;0,6], 0,9)$ – розширена трійка, або довірча четвірка.

Є багато шляхів представлення оцінок невизначеності за допомогою чисел в межах $[0;1]$, проте чотири шляхи, які ми розглянули, є найбільш придатними для опису фінансових проблем.

Отже, оцінка виражає рівень правди за допомогою числа або інтервалу між (0) – фальш і (1) – істина.

Класична логіка ігнорує проблему невизначеності, оскільки всі висловлення і судження у формальних логічних системах можуть мати тільки значення істина або фальш:

Двійка	0	Фальш
	1	Істина

У 1920 році Лукасевич розробив тризначну логіку. В якості третього логічного висловлювання введено значення, яке виражається словами «ймовірно», «нейтрально». Про кожен вислів у системі Лукасевича можна сказати: він або істинний (1), або хибний (0), або нейтральний (0,5).

Трійка	0	Фальш
	0,5	ні фальш, ні істина
	1	Істина

У 1954 році Лукасевич розробив чотиризначну систему логіки, а далі — багатозначні (n-значні) логічні системи, в яких є множина істинних значень, в якості яких виступають раціональні числа з відрізка $[0, 1]$.

11-значна	0	Фальш
	0,1	практично фальш
	0,2	приблизно фальш
	0,3	майже фальш
	0,4	більше фальші, ніж істини
	0,5	ні фальш, ні істина
	0,6	більше істинний, ніж фальшивий
	0,7	майже істина
	0,8	приблизно істина
	0,9	практично істина
	1	Істина

В одинадцятизначній системі запис $[0,2; 0,5]$ означає, що рівень правди більший або рівний 0,2 і менший або рівний 0,5. Його значення - приблизно фальш, ні фальш, ні істина. Використання трійок не змінює природу проблеми, кожен результат повинен залишатися в межах $[0, 1]$.

Найбільш використовуваними операторами багатозначної логіки є:

- « \wedge » означає «мінімум» і відповідає "and" (той чи інший) ;
- « \vee » означає «максимум» і відповідає ("and/or") (той, інший або обидва);
- « $\bar{}$ » , записується над числом, означає взяття доповнення до 1.

Наступною типовою логічною операцією в рамках $[0,1]$ є вивід (висновок, імплікація). Це апроксимація залежності «входить - вихід» на основі лінгвістичних висловів <Якщо - то> і логічних операцій.

Розглядаючи двійкову алгебру бачимо, що там існує тільки один оператор виводу. Тобто, якщо позначимо $a = v(P), b = v(Q), C = v(P \rightarrow Q)$, де $P, Q, P \rightarrow Q$ - властивості і $P \rightarrow Q$ означає, що «якщо P – істина то Q – істина», ми мали б вивід $\bar{a} \vee b = c$.

Таким чином у бінарній логіці можна записати [4]:

$v(P \rightarrow Q) = 1$	$v(P \rightarrow Q) = 1$
Передумова $v(P) = 1$	Передумова $v(P) = 0$
Висновок $v(Q) = 1$	Висновок $v(Q) = 0$

Для розв'язку логічних задач на комп'ютері, коли хочемо почати від c і a та прийти до b має бути встановлений попередній зв'язок, маючи c і b для того щоб знайти a потрібно встановити зворотне з'єднання. Таким чином прямі і зворотні зв'язки необхідні для отримання результату аргументованих логічних суджень.

Багатозначна логіка передбачає існування необмеженої кількості виводів, проблемою є виділення одного, який краще підходить до інтелектуальних механізмів для вдалого вирішення існуючих проблем.

Найважливішим аспектом багатозначних виводів є те, що якщо одне твердження вказує на інше, що можна записати $P \rightarrow Q$, оцінка $v(P \rightarrow Q)$ не обов'язково має бути рівна 1, а оцінюється за допомогою значень з $[0, 1]$. Очевидно, що $v(P), v(Q)$ мають значення з $[0, 1]$.

Щоб описати деякі з більш використовуваних багатозначних виводів розглянемо вивід, який уже розглядали у двійковій системі:

$$\bar{a} \vee b = c \text{ який } v(P) \vee v(Q) = v(P \rightarrow Q)$$

У нашому випадку a, b, c мають значення з $[0, 1]$. Цей вивід називають виводом Лі [4]. Продемонструємо це таблицею 1, використавши одинадцятизначну систему.

З таблиці бачимо, що при $a=0,4$ і $b=0,3$ отримуємо 0,6, тобто $\overline{0.4} \vee 0.3 = 0.6$. Якщо візьмемо $a=0,4$ і $c=0,6$, то зможемо отримати b , бо встановлене попереднє правило з'єднання (інверсія). Якщо візьмемо $a=0,3$ і $c=0,6$, то бачимо, що в таблиці у рядку 0,3 немає жодної комірки, де $c=0,6$. Це означає, що в даному випадку

неможливе таке співіснування. Аналізуючи рядок 0,4 бачимо, що у стовпцях з 0 до 0,6 міститься значення 0,6, тому $b=0,6$ і це буде довірчий інтервал для b .

Таблиця 1.

		b										
$\bar{a} \vee b$		0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
a	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	0,1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1
	0,2	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	1
	0,3	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	1
	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	1
	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
	0,7	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
	0,8	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
	0,9	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
	1	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1

Таблиця для входів a і $\bar{a} \vee b$ та виходу b , рішення для яких є неможливі може мати вигляд (табл.2):

Таблиця 2.

		b											
$c = \bar{a} \vee \bar{b}$		0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	
a	0											0,1	
	0,1										0,0,9	1	
	0,2									0,0,8	0,9	1	
	0,3		∅						0,0,7	0,8	0,9	1	
	0,4							0,0,6	0,7	0,8	0,9	1	
	0,5						0,0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	
	0,6				0,0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	
	0,7				0,0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
	0,8			0,0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
	0,9		0,0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
	1	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	

Аналогічно можна скласти таблицю для входів b та $\bar{a} \vee b$ для знаходження a .

Завжди потрібно пам'ятати, що працюючи з інтервалами, результат повинен забезпечити найширший інтервал, який буде містити всі рішення. Наприклад візьмемо $a=[0,4;0,8]$ і $c=[0,2;0,8]$, тоді $[0,2;0,6] (\vee)[x_1;x_2] = [0,2;0,8]$, звідси $[x_1;x_2] = [0;0,8]$.

Шістдесят років тому Лукасевич виявив вивід, який продемонструємо за допомогою одинадцятизначної системи. Він полягає в тому, що якщо $\bar{a} + b$ більше або рівне 1, то беремо $c=1$; якщо $\bar{a} + b$ менше 1, то $c = \bar{a} + b$. Представимо це таблицею 3.

Таблиця 3.

		b										
$1 \wedge (\bar{a} \vee b)$		0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
a	0	1										
	0,1	0,9	1						1			
	0,2	0,8	0,8	1								
	0,3	0,7	0,7	0,7	1							
	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	1						
	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1					
	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	1				
	0,7	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	1			
	0,8	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	1		
	0,9	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1	
	1	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1

Є й інші багатозначні виводи, серед них варто згадати вивід Кегеля, який може бути виражений як $c = 1 \wedge b$, вивід Когана, який представлено як $c = 1 \wedge (b/a)$.

У фінансовій сфері поняття виводу є дуже важливим зважаючи на зв'язок, що існує між значеннями, які представляють економічну (актив) і фінансову (пасив) структуру балансу підприємства та основні елементи управління.

Баланс підприємства відображає на певну дату стан активів підприємства, зобов'язань і капіталу. Склад активів показує, як розміщені засоби підприємства.

Склад пасивів показує джерела фінансування активів, тобто зобов'язання підприємства. Пасиви підприємства складаються з власного капіталу і резервів, довготермінових зобов'язань, поточних зобов'язань та кредиторської заборгованості. Активи – це ресурси, що контролюються підприємством в результаті минулих подій, використання яких, як очікується, призведе до отримання економічних вигод в майбутньому. Зобов'язання – це заборгованість підприємства, яка виникла внаслідок минулих подій і погашення якої, як очікується, призведе до зменшення ресурсів підприємства, що втілюють у собі економічні вигоди.

У балансі активи підприємства розміщені у трьох розділах: необоротні активи, оборотні активи, витрати майбутніх періодів.

До необоротних активів належать: нематеріальні активи; незавершене будівництво; основні засоби; довгострокові фінансові інвестиції; довгострокова дебіторська заборгованість; відстрочені податкові активи; інші необоротні активи.

До оборотних активів належать: запаси (виробничі запаси, незавершене виробництво, готова продукція, товари); векселі одержані; дебіторська заборгованість за товари, роботи, чиста реалізаційна вартість, первісна вартість, резерв сумнівних боргів); дебіторська заборгованість за розрахунками (з бюджетом, за виданими авансами, з нарахованих доходів, із внутрішніх розрахунків); інша поточна дебіторська заборгованість; поточні фінансові інвестиції; грошові кошти та їх еквіваленти (в національній валюті, в іноземній валюті); інші оборотні активи.

На рис.1 побудовано схему, яку можна трактувати як ланцюг виводу, який починаючи з певного пункту може привести нас до розкриття суті фінансових показників у їх зв'язку з виробничими, виявити резерви подальшого підвищення ринкової вартості підприємства й забезпечити його ефективний розвиток.

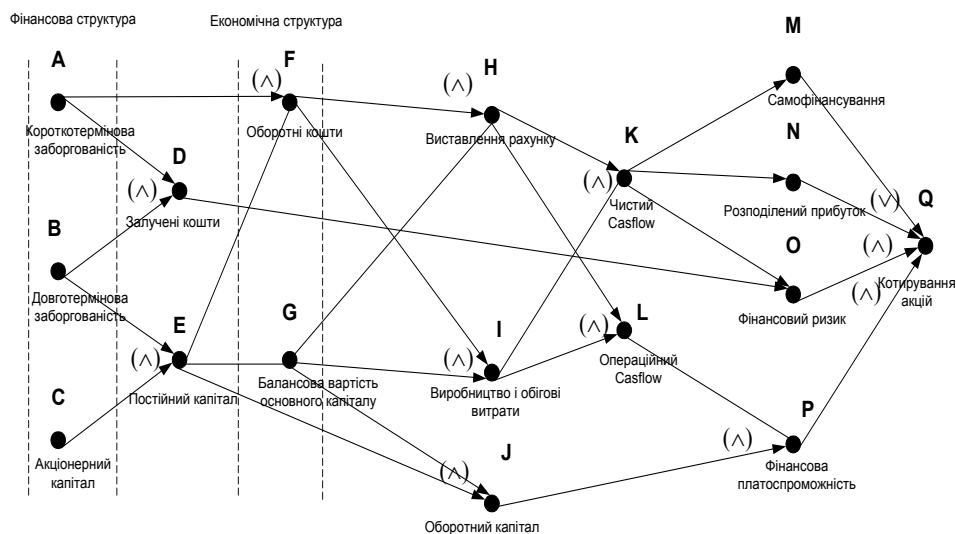


Рис. 1. Граф виводу фінансування підприємства [3]

На схемі (рис.1) існує ряд вузлів, таких як D, E, F, \dots, Q , у яких більше ніж дві дуги сходяться в одну точку. В даному випадку необхідно визначити чи для отримання бажаного результату достатньо застосувати одне «and» з інших подій використовуючи (\wedge) чи «and/or» використовуючи (\vee). D, F, J належать до першого випадку, Q – до другого.

Щоб пояснити структуру побудованого графа виводу розглянемо підприємство зі схемою фінансування у таких пропорціях:

A =короткострокова заборгованість	15%
B =довгострокова заборгованість	30%
C =акціонерний капітал	55%
Разом	100%

Зважаючи на факт, що ця схема фінансування реальна, оцінки будуть: $v(A)=1$, $v(B)=1$ і $v(C)=1$.

Згідно з цими зобов'язаннями маємо намір досягти:

D =залучені кошти 7%

E =постійний капітал 85%

Залучені кошти — кошти, які прямо або опосередковано отримані на зворотній основі від фізичних осіб та/або юридичних осіб, крім коштів, отриманих від кредитних установ за кредитними договорами.

Постійний капітал - це сукупність виробничих ресурсів, вартість яких не змінюється у процесі виробництва. Також постійний капітал можна розглядати і як сукупність фінансових і не фінансових активів. До фінансових активів відносяться грошові кошти та фінансові вимоги і зобов'язання у різних формах. Тому можна записати, $v(B \rightarrow E) = 1$ і $v(C \rightarrow E) = 1$. З іншого боку, потрібно вказати експертні оцінки щодо досягнення залучених коштів у розмірі 7%, короткострокових зобов'язань 15% з сукупних зобов'язань і довгострокових зобов'язань 30%. Нехай експерт призначив наступні оцінки:

$$v(A \rightarrow D) = [0.8; 0.9]$$

$$v(B \rightarrow D) = [0.7; 0.9]$$

$$v(C \rightarrow E) = 1$$

$$v(B \rightarrow E) = 1$$

Перейдемо до розгляду наступного пункту схеми – оборотні кошти. Оборотні кошти постійно беруть участь у забезпеченні процесу виробництва і реалізації продукції, одночасно знаходяться на всіх стадіях кругообігу коштів. Переходячи з грошової форми вартості в товарну, потім у виробничу, товарну і знову в грошову – обігові кошти забезпечують безперебійну роботу підприємства. Таким чином, сферу виробництва обслуговують оборотні виробничі фонди, а процес реалізації продукції – фонди обертання.

Нашою метою є встановлення рівня 20% оборотних коштів і 80% основних коштів.

Тому мають місце оцінки, які впливають з балансу підприємства:

$$v(A \rightarrow F) = 1$$

$$v(E \rightarrow F) = 1$$

$$v(E \rightarrow G) = 1.$$

Сподіваємося досягти підвищення інвойсування (виставлення рахунку) до 10%, зростання виробництва і витрат обороту не більше 7,5% та підтримувати оборотний капітал в обсязі еквівалентному 5% від зобов'язань. Обидва випадки - інвойсування і виробництво та вартість реалізації в основному залежать від устаткування підприємства, фізичних і економічних умов праці, існуючих акцій і ін., тобто можна сказати, що вони залежать від балансової вартості основного капіталу і оборотних коштів. Як відомо, оборотний капітал створюється на основі постійного капіталу «and» балансової вартості основного капіталу. Нехай експерт призначив розглянутим виводам такі оцінки [3]:

$$v(F \rightarrow H) = [0.6; 0.6]$$

$$v(F \rightarrow I) = [0.5; 0.6]$$

$$v(G \rightarrow H) = 0.9$$

$$v(G \rightarrow I) = [0.7; 0.9]$$

$$v(G \rightarrow J) = [0.6; 0.7]$$

$$v(E \rightarrow J) = [0.9; 1].$$

Фінансовий аналіз вивчає поняття грошового потоку (cash flow). Можна виділити декілька значень поняття грошовий потік [1].

Чистий рух грошових коштів у результаті операційної діяльності прийнято позначати як операційний Cash-flow, чистий рух коштів від інвестиційної діяльності — як інвестиційний Cash-flow. Різниця між вхідними та вихідними потоками в рамках фінансової діяльності (у вузькому розумінні) — Cash-flow від фінансової діяльності.

Чистий Cash-flow (рух грошових коштів) по підприємству за звітний період розраховується як арифметична сума Cash-flow від усіх видів діяльності. Він дорівнюватиме приросту грошових коштів та їх еквівалентів за означений період.

Основою розрахунку загального Cash-flow є операційний Cash-flow, який характеризує величину чистих грошових потоків, що утворюються в результаті операційної діяльності, тобто частину виручки від реалізації, яка залишається в розпорядженні підприємства в певному періоді після здійснення всіх грошових видатків операційного характеру. Цей показник можна розглядати як критерій оцінки внутрішнього потенціалу фінансування підприємства. Достатній розмір операційного Cash-flow створює сприятливі передумови для залучення фінансових ресурсів із зовнішніх джерел. Наявність операційного Cash-flow характеризує здатність підприємства:

- фінансувати інвестиції за рахунок внутрішніх фінансових джерел;
- погашати фінансову заборгованість;
- виплачувати дивіденди.

Операційний Cash-flow та загальну суму грошових надходжень у рамках інвестиційної діяльності можна розглядати як внутрішнє джерело фінансування.

Базу для визначення Cash-flow від операційної діяльності утворюють дані звіту про фінансові результати (про прибутки і збитки) та баланс підприємства. Серед економістів до цього часу немає єдності щодо методології визначення Cash-

flow. Класичний спосіб розрахунку операційного Cash-flow полягає в тому, що до чистого прибутку підприємства (після оподаткування) за визначений період додаються амортизаційні відрахування, нараховані у цьому самому періоді, та приріст забезпечень.

Якщо від «класичного» (брутто) Cash-flow відняти суму нарахованих дивідендів, то одержимо — нетто Cash-flow. Однак при використанні цього підходу до визначення чистого грошового потоку не враховуються зміни у складі поточних активів та пасивів, які також суттєво впливають на величину грошових коштів підприємства.

Нашим завданням є встановити потік готівки обсягом 22% від акціонерного капіталу і щоб операційний Cash-flow перевищив рівень минулого року на 5%. Обидва поняття походять від інвойсування "and" виробництво і обігові витрати. Експерт вважає, що для відповідних виводів можуть бути призначені наступні оцінки [3]:

$$v(H \rightarrow K) = [0.6; 0.8]$$

$$v(I \rightarrow K) = [0.4; 0.7]$$

$$v(H \rightarrow L) = [0.9; 1]$$

$$v(F \rightarrow I) = [0.5; 0.6]$$

$$v(I \rightarrow L) = [0.8; 0.9].$$

Отримання певного обсягу грошових коштів дозволяє нам збільшувати самофінансування і продовжувати розподіляти доходи.

Самофінансування пов'язане з реінвестуванням прибутку у відкритій чи прихованій формі. Ефект самофінансування проявляється з моменту одержання чистого прибутку до моменту його визначення, розподілу та виплати дивідендів, оскільки отриманий протягом року прибуток вкладається в операційну та інвестиційну діяльність. Рішення власників підприємства про обсяги самофінансування є одночасно і рішенням про розмір дивідендів, які підлягають виплаті.

У світовій економічній літературі, залежно від способу відображення прибутку в звітності, зокрема в балансі, виокремлюють: приховане самофінансування; відкрите самофінансування [1].

Приховане самофінансування підприємства пов'язане з використанням прихованого прибутку. Приховування прибутку здійснюється (у розумінні західних фахівців) у результаті формування прихованих резервів. Оскільки приховані резерви проявляються лише при їх ліквідації, приховане самофінансування здійснюється за рахунок прибутку до оподаткування. Отже, відбувається відстрочка сплати податків і виплати дивідендів.

Для розглядуваного підприємства маємо намір протягом звітного періоду збільшити самофінансування на 8% або більше, продовжуючи збільшувати розподілений прибуток на 6%.

З іншого боку швидка зміна економічної ситуації в країні і кон'юнктури фінансового ринку, розширення сфери фінансових відносин, поява нових фінансових технологій і інструментів підвищують ступінь впливу фінансових ризиків на результати фінансової діяльності підприємства. Збільшення ступеня

ризик пов'язане з ймовірністю виникнення збитків або недоотримання доходів у порівнянні з прогнозованим варіантом.

Оцінимо рівень ризику в одинадцятизначному масштабі сегменту [0; 1]. Будемо вважати, що $R_F = 0.3$ низький ризик.

Інший важливий чинник, фінансова платоспроможність, також може бути виражений за допомогою аналогічної оцінки. Платоспроможність є наслідком руху грошових коштів (короткотермінова платоспроможність) і оборотного капіталу (довготермінова платоспроможність). Вважатимемо рівень платоспроможності $S_F = 0.8$. Експерт призначає наступні оцінки нижче переліченим виводам [3]:

$$v(K \rightarrow M) = [0.8; 1]$$

$$v(K \rightarrow N) = [0.8; 1]$$

$$v(K \rightarrow O) = [0.8; 1]$$

$$v(D \rightarrow O) = [0.7; 0.9]$$

$$v(L \rightarrow P) = [0.5; 0.7]$$

$$v(J \rightarrow P) = [0.4; 0.7]$$

Пригадаємо, що одним з фундаментальних завдань діяльності бізнес-структур є підтримання або збільшення багатства акціонерів через котирування акцій на фондовій біржі. В даному випадку мета – досягти ціни акцій, яка буде не менша, ніж 300%. Ціна акцій на ринку може змінюватися з вкладеннями у самофінансування «and/or» збільшення розподіленого прибутку. Дане поняття може мати і іншу природу, той самий рух грошових коштів може дати підвищення самофінансування і зменшення розподіленого прибутку або навпаки. Іншими елементами, які можуть мати вплив на котирування акцій - це фінансовий ризик і фінансова платоспроможність. Експертним чином встановлюємо оцінки [3]:

$$v(M \rightarrow Q) = [0.4; 0.5]$$

$$v(N \rightarrow Q) = [0.5; 0.7]$$

$$v(L \rightarrow P) = [0.5; 0.7]$$

$$v(J \rightarrow P) = [0.4; 0.7]$$

Щоб досягти завдання, тобто потрапити у вершину Q побудованого графа, використаємо вивід Лукасевича: $c = 1 \wedge (\bar{a} + b)$, де значення a, b і c з [0; 1].

Почнемо процес з вершини D, до якої ведуть дуги з A і B. Спочатку обчислимо $v_A(D)$, тому запишемо:

$$\begin{aligned} \nu(A \rightarrow D) &= 1(\wedge)(\overline{\nu(A)} + \nu_A(D)) \\ [0.8;0.9] &= 1(\wedge)(0 + \nu_A(D)), \text{ звідси } \nu_A(D) = [0.8;0.9]. \end{aligned}$$

Аналогічно обчислимо $\nu_B(D)$:

$$\begin{aligned} \nu(B \rightarrow D) &= 1(\wedge)(\overline{\nu(B)} + \nu_B(D)) \\ [0.7;0.9] &= 1(\wedge)(0 + \nu_B(D)), \text{ звідси } \nu_B(D) = [0.7;0.9]. \end{aligned}$$

Тому

$$\nu(D) = \nu_A(D)(\wedge)\nu_B(D) = [0.8;0.9](\wedge)[0.7;0.9] = [0.7;0.9].$$

Оцінку вершини E, у яку входять дуги з B і C можна отримати з:

$$\begin{aligned} \nu(B \rightarrow E) &= 1(\wedge)(\overline{\nu(B)} + \nu_B(E)) \\ 1 &= 1(\wedge)(0 + \nu_B(E)), \text{ звідси } \nu_B(E) = 1. \end{aligned}$$

Далі обчислимо $\nu_C(E)$:

$$\begin{aligned} \nu(C \rightarrow E) &= 1(\wedge)(\overline{\nu(C)} + \nu_C(E)) \\ 1 &= 1(\wedge)(0 + \nu_C(E)), \text{ звідси } \nu_C(E) = 1. \end{aligned}$$

Тому

$$\nu(E) = \nu_B(E)(\wedge)\nu_C(E) = 1(\wedge)1 = 1.$$

Оцінка вершини F. У цю вершину потрапляємо з A і E. Після виконання аналогічних дій отримуємо, що $\nu(F) = 1$.

До вершини G веде єдина дуга з E, тому $\nu(G) = 1$.

Оцінимо вершину H. До H веде дві дуги з F і G. $\nu_F(H)$ знаходимо з:

$$\begin{aligned} \nu(F \rightarrow H) &= 1(\wedge)(\overline{\nu(F)} + \nu_F(H)) \\ [0.6;0.8] &= 1(\wedge)(0 + \nu_F(H)), \text{ звідси } \nu_F(H) = [0.6;0.8]. \end{aligned}$$

Далі знайдемо $\nu_G(H)$:

$$v(G \rightarrow H) = 1(\wedge)(\overline{v(G)} + v_G(H))$$

$$0.9 = 1(\wedge)(0 + v_G(H)), \text{ звідси } v_G(H) = 0.9.$$

Тому

$$v(H) = v_F(H)(\wedge)v_G(H) = [0.6;0.8](\wedge)0.9 = [0.6;0.8].$$

Оцінімо наступну вершину – I, до неї ведуть дуги з F і G. Обчислимо $v_F(I)$:

$$v(F \rightarrow I) = 1(\wedge)(\overline{v(F)} + v_F(I))$$

$$[0.5;0.6] = 1(\wedge)(0 + v_F(I)), \text{ звідси } v_F(I) = [0.5;0.6].$$

Для знаходження $v_G(I)$ запишемо:

$$v(G \rightarrow I) = 1(\wedge)(\overline{v(G)} + v_G(I))$$

$$[0.7;0.9] = 1(\wedge)(0 + v_G(I)), \text{ звідси } v_G(I) = [0.7;0.9].$$

Тому результат буде:

$$v(I) = v_F(I)(\wedge)v_G(I) = [0.5;0.6](\wedge)[0.7;0.9] = [0.5;0.6].$$

Оцінімо вершину – J, до неї ведуть дуги з G і E. Обчислимо $v_G(J)$:

$$v(G \rightarrow J) = 1(\wedge)(\overline{v(G)} + v_G(J))$$

$$[0.6;0.7] = 1(\wedge)(0 + v_G(J)), \text{ звідси } v_G(J) = [0.6;0.7].$$

Знайдемо $v_E(J)$:

$$v(E \rightarrow J) = 1(\wedge)(\overline{v(E)} + v_E(J))$$

$$[0.9;1] = 1(\wedge)(0 + v_E(J)), \text{ звідси } v_E(J) = [0.9;1].$$

Тому результат буде:

$$v(J) = v_G(J)(\wedge)v_E(J) = [0.6;0.7](\wedge)[0.9;1] = [0.6;0.7].$$

Для оцінювання вершини К в яку ведуть дуги з Н і І, обчислимо $v_H(K)$ та $v_I(K)$. Для цього:

$$\begin{aligned} v(H \rightarrow K) &= 1(\wedge)(\overline{v(H)} + v_H(K)) \\ [0.6;0.8] &= 1(\wedge)([0.2;0.4] + v_H(K)), \text{ звідси } v_H(K) = [0.4;0.4]. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v(I \rightarrow K) &= 1(\wedge)(\overline{v(I)} + v_I(K)) \\ [0.4;0.7] &= 1(\wedge)([0.4;0.5] + v_I(K)), \text{ звідси } v_I(K) = [0;0.2]. \end{aligned}$$

Результат буде:

$$v(K) = v_H(K)(\wedge)v_I(K) = 0.4(\wedge)[0;0.2] = [0;0.2].$$

До вершини L також веде дві дуги, це дуги з Н і І. Обчислимо спочатку $v_H(L)$:

$$\begin{aligned} v(H \rightarrow L) &= 1(\wedge)(\overline{v(H)} + v_H(L)) \\ [0.9;1] &= 1(\wedge)([0.2;0.4] + v_H(L)), \quad \text{звідси} \quad \text{отримали} \\ v_H(L) &= [0.7;1]. \end{aligned}$$

Для верхнього краю $v_H(L)$ ми вибрали 1, бо результат повинен забезпечити найширший інтервал, який буде містити всі рішення. Ми повинні не забувати, що $1(\wedge)[0.2;0.4] + [0.7;1] = [1;1](\wedge)[0.9;1] = [0.9;1]$.

Тепер обчислимо $v_I(L)$:

$$\begin{aligned} v(I \rightarrow L) &= 1(\wedge)(\overline{v(I)} + v_I(L)) \\ [0.8;0.9] &= 1(\wedge)([0.4;0.5] + v_I(L)), \text{ звідси } v_I(L) = 0.4. \end{aligned}$$

Результат буде:

$$v(L) = v_H(L)(\wedge)v_I(L) = [0.7;1](\wedge)0.4 = 0.4.$$

Оцінімо вершину М. До неї веде єдина дуга з К, тому:

$$\begin{aligned} v(K \rightarrow M) &= 1(\wedge)(\overline{v(K)}(+)v(M)) \\ [0.8;1] &= 1(\wedge)([0.8;1](+)v(M)), \text{ звідси } v(M) = [0;1]. \end{aligned}$$

У даній оцінці знову беруть до уваги, що необхідно вибрати ширший інтервал.

Оцінимо вершину N. До неї веде тільки одна дуга з K, міркування буде аналогічне, як до вершини M.

$$\begin{aligned}v(K \rightarrow N) &= 1(\wedge)(\overline{v(K)})(+)v(N) \\ [0.8;1] &= 1(\wedge)([0.8;1])(+)v(N), \text{ звідси } v(N) = [0;1].\end{aligned}$$

Для оцінювання вершини O, в яку ведуть дуги з K та D, обчислимо $v_K(O)$ та $v_D(O)$. Для цього:

$$\begin{aligned}v(K \rightarrow O) &= 1(\wedge)(\overline{v(K)} + v_K(O)) \\ [0.8;1] &= 1(\wedge)([0.8;1] + v_K(O)), \text{ звідси } v_K(O) = [0;1].\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}v(D \rightarrow O) &= 1(\wedge)(\overline{v(D)} + v_D(O)) \\ [0.7;0.9] &= 1(\wedge)([0.1;0.3] + v_D(O)), \text{ звідси}\end{aligned}$$

$$v_I(K) = [0.6;0.6] = 0.6.$$

Результат буде:

$$v(O) = v_K(O)(\wedge)v_D(O) = [0;1](\wedge)0.6 = [0;0.6].$$

Оцінимо наступну вершину – P, до неї ведуть дуги з L і J. Обчислимо $v_L(P)$:

$$\begin{aligned}v(L \rightarrow P) &= 1(\wedge)(\overline{v(L)})(+)v_L(P) \\ [0.5;0.7] &= 1(\wedge)(0.6(+))v_L(P),\end{aligned}$$

Бачимо, що $v_L(P)$ - неможливий, бо нижня межа відрізка $[0.5;0.7]$ менша за 0,6. Припустимо, що експерт розглядає оцінку $v(L \rightarrow P)$ в межах $[0.6;0.8]$, тоді отримаємо:

$$[0.6;0.8] = 1(\wedge)(0.6(+))v_L(P) \text{ звідси } v_L(P) = [0;0.2].$$

Для знаходження $v_J(P)$ запишемо:

$$\begin{aligned}v(J \rightarrow P) &= 1(\wedge)(\overline{v(J)})(+)v_J(P) \\ [0.4;0.7] &= 1(\wedge)([0.3;0.4])(+)v_J(P), \text{ звідси } v_J(P) = [0.1;0.3].\end{aligned}$$

Тому результат буде:

$$v(P) = v_L(P)(\wedge)v_J(P) = [0;0.2](\wedge)[0.1;0.3] = [0;0.2].$$

Отримали оцінки M, N, O, P і тепер можемо перейти до завершального етапу, тобто оцінки вершини Q. Для цього:

$$v(M \rightarrow Q) = 1(\wedge)(\overline{v(M)}(+))v_M(Q)$$

$$[0.4;0.5] = 1(\wedge)([0;1](+))v_M(Q), \text{ звідси } v_M(Q) = [0.4; \text{неможливий}].$$

$$v(N \rightarrow Q) = 1(\wedge)(\overline{v(N)}(+))v_N(Q)$$

$$[0.5;0.7] = 1(\wedge)([0;1](+))v_N(Q), \text{ звідси } v_N(Q) = [0.5; \text{неможливий}].$$

$$v(O \rightarrow Q) = 1(\wedge)(\overline{v(O)}(+))v_O(Q)$$

$$[0.7;0.9] = 1(\wedge)([0.4;0.1](+))v_O(Q), \text{ звідси}$$

$$v_O(Q) = [0.3; \text{неможливий}].$$

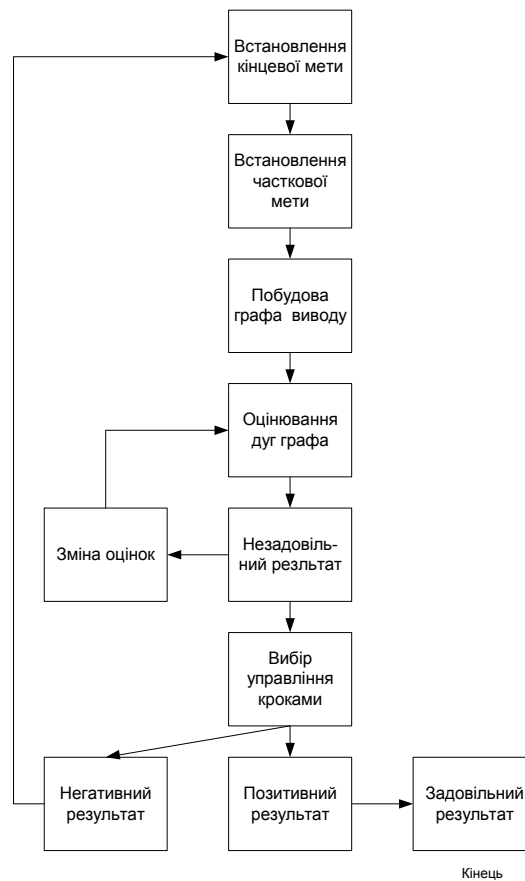


Рис.2. Алгоритм побудови ланцюгів виводу

$$v(P \rightarrow Q) = 1(\wedge)(\overline{v(P)})(+)v_P(Q)$$

$$[0.8;1] = 1(\wedge)([0.8;1])(+)v_P(Q), \text{ звідси } v_P(Q) = [0;1].$$

Остаточно

$$v(Q) = ((v_M(Q)(\vee)v_N(Q))(\wedge)v_O(Q)(\wedge)v_P(Q) = [0; \text{неможливий}].$$

Отриманий результат дозволяє нам зробити висновок, що досягти такої мети неможливо. У даній ситуації варто повністю переглянути завдання і не потрібно забувати, що оцінки щодо кожного з виводів робив один експерт виходячи із поставленого завдання і власного досвіду.

Отже, процес, який дозволяє оцінювати можливість досягнення кінцевого результату, та може бути інструментом управління і контролю часткових завдань схематично можна представити у вигляді схеми (рис.2).

Зі скорегованими завданнями, переглядом кожного з виводів і новими оцінками кожного виводу, отримаємо точніший результат оцінки фінансового явища.

Для вирішення поставленої задачі ми обрали вивід Лукасевича, який можна застосовувати до різних ситуацій управління підприємством.

1. Коробов М.Я. Фінансово-економічний аналіз діяльності підприємств: Навч.пос.-К.:Т-во «Знання», КОО, 2002.-294 с.
2. Вітлінський В. В., Верченко П. І. Аналіз, моделювання та управління економічним ризиком: Навч.-метод. посібник для самост. вивч. дисц. - К.: КНЕУ, 2000. - 292 с.
3. Gil Lafuente A.M. Fuzzy Logic in Financial Analysis.- Springer, 2005.- 450 p.
4. Гладкий А.В. Математична логіка. - М.,1998.- 479 с.

APPLICATION OF MULTIVALENT LOGIC IN FINANCIAL ANALYSIS

S. Pryyma

*Ivan Franko National University of L'viv
Svoboda Av.,18 Lviv, Ukraine*

This paper presents the application of a multivalent logic method in financial analysis.

Keywords: uncertainty, multivalent logic, valuation of uncertainty, considerations on multivalent logic, cash-flow, auto-financing, financial solvency, financial risk, share quotation.

С. Прийма

*Львовский национальный университет имени Ивана Франко
79008, г. Львов, проспект Свободы, 18*

В статье рассмотрена методика использования многозначного вывода в финансовой сфере.

Ключевые слова: неопределенность, многозначная логика, оценка неопределенности, многозначный вывод, денежный поток, самофинансирование, платежеспособность, финансовый риск, котировка акций.