

магазинів (<http://www.int-commerce.com>), через які можна придбати комп'ютерне обладнання, одяг, побутову техніку, косметику і навіть автобус.

Подальше реформування економіки України викличе необхідність активнішого використання високих технологій і в тому числі електронної комерції. Очевидно, наступним кроком у розвитку електронної комерції в Україні буде використання моделей з вищим рівнем інновацій.

© Б. С. МАРЧУК, Є. В. КРИКАВСЬКИЙ, Н. Б. САВІНА, 2000

Рівненський державний технічний університет,

ДУ "Львівська політехніка",

Рівненський інститут слов'язнавства

Київського слов'янського університету

ОЦІНКА РИЗИКУ ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПРОЕКТУ НА ПІДСТАВІ ПОНЯТТЯ ЕНТРОПІЇ

Розглядається можливість використання поняття ентропії для аналізу стану інвестиційних рішень. Наведено значення ентропії для систем з різною ймовірністю станів. Розглянуто приклади оцінки ризику інвестиційних проектів на основі H-критерію.

Згідно із сучасними теоріями і методами оцінки ризику встановлено, що ризик оцінюється такими складниками:

- ймовірністю недотримання прогнозованого результату діяльності;
- величиною можливих втрат цього результату;
- вагомністю впливу факторів інвестиційної системи на цей результат.

Очевидно, що найдоцільніше розглядати ці складові як фактори, що функціонально пов'язані між собою. Однак відомі методи оцінки ризику таких функціональних зв'язків, як правило, не встановлюють.

Тому, розглядаючи ризик як інформацію про кількісну невизначеність кінцевого стану результату діяльності економічної системи, ми маємо на меті встановити можливість оцінки ризику на основі фундаментальних положень теорії ентропії та інформації.

Поняття ентропії вперше було введено в термодинаміці — для визначення незворотного розсіювання енергії. В статистичній фізиці ентропія використовується як міра ймовірності здійснення будь-якого макроскопічного стану. В теорії інформації — як міра невизначеності досліду, який може мати різні кінцеві результати. Тому, розглядаючи ризик як інформацію про можливість або ймовірність тих чи інших небажаних результатів, нами зроблено припущення про можливість теорії використання інформації для оцінки ризику взагалі та інвестиційної діяльності зокрема.

Якщо фінансово-економічну систему розглядати як таку, що має декілька невизначених станів, то для оцінки невизначеності кінцевого результату можна використати основні положення статистичної фізики та теорії інформації, тобто ентропію цієї системи. Згідно з працями Шеннона К. (Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетики. М.: ИЛ.,

1963) і Прохорова А. М. (Прохоров А. М. Физический энциклопедический словарь. М.: Советская энциклопедия, 1984) сутність ентропії полягає в такому.

Нехай будь-яка система може займати X_1, X_2, \dots, X_n — станів, які описуються величинами X_1, X_2, \dots, X_n з імовірностями цих станів відповідно: P_1, P_2, \dots, P_n , тут $P_1 + P_2 + \dots + P_n = 1$, тобто подія.

Тоді для дискретного розподілу ймовірностей P_n , ентропією системи називають величину:

$$H(a) = -(P_1 \log_q P_1 + P_2 \log_q P_2 + \dots + P_n \log_q P_n) \quad (1)$$

$$\text{або} \quad H(a) = -\sum_{k=1}^n P_k \log_q P_k \quad (2)$$

де $q > 1$ — основа системи логарифмів.

Співвідношення (1) є фундаментальним в теорії інформації. На його підставі встановлена одиниця кількості інформації як міри невизначеності системи.

Для того, щоб кількісна оцінка ентропії системи за (1) була визначена, необхідно задатись основою логарифма. При цьому постає одне з важливих теоретичних питань: яке число найбільш придатне.

В теорії інформації основою логарифма є число 2 як найменше серед цілих чисел, більших від одиниці.

У виразі (1) невизначеність стану системи $H(a)$ перетворюється в нуль, коли один із можливих станів є достовірним, тобто $P_k = 1$ та досягає максимуму при рівномірних подіях, коли $P_k = \frac{1}{n}$

Вираз $(P_k \log_2 P_k)$ в (1) слід розглядати як невизначеність одного із можливих станів кінцевої події (а).

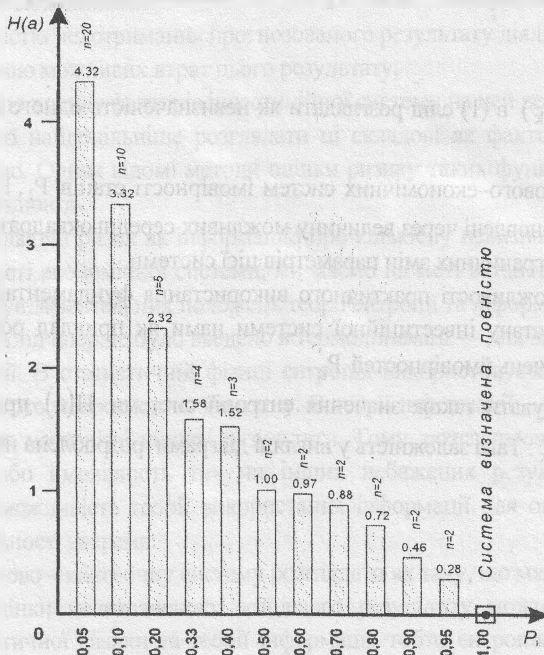
Стосовно фінансового-економічних систем імовірності станів P_1, P_2, \dots, P_n у виразах (1, 2) можуть бути встановлені через величину можливих середньоквадратичних відхилень та середньостатистичних граничних змін параметрів цієї системи.

Для перевірки можливості практичного використання фундаментального виразу (1) в теорії невизначеності стану інвестиційної системи нами як приклад розраховані значення ентропії для різних значень ймовірностей P_k .

Доцільно розрахувати також значення ентропії системи $H(a)$ при різних значеннях ймовірностей станів P_k . Така залежність у вигляді діаграми розроблена нами (рис. 1).

Ентропія системи з ймовірностями станів P_k

n	P_k		$\log_2 P_k$		$P_k \log_2 P_k$		$H(a) = -\sum_{k=1}^n P_k \log_2 P_k$
1	1		0,0000		0,0000		0,0000
2	0,95	0,05	-0,0740	-4,3219	0,0703	-0,2161	0,2864
2	0,90	0,10	-0,1520	-3,3219	0,1368	-0,3322	0,4690
2	0,80	0,20	-0,3219	-2,3219	0,2575	-0,4644	0,7219
2	0,70	0,30	-0,5146	-1,7370	-0,3602	-0,5211	0,8813
2	0,60	0,40	-0,7370	-1,3219	-0,4422	-0,5288	0,9710
2	0,50	0,50	-1,0000	-1,0000	-0,5000	-0,5000	1,0000
3	0,3333		-1,5850		-0,5283		1,5850
4	0,2500		-2,0000		-0,5000		2,0000
5	0,2000		-2,3219		-0,4644		2,3219
6	0,1667		-2,5850		-0,4308		2,5850
7	0,1429		-2,8074		-0,4011		2,8074
8	0,1250		-3,0000		-0,3750		3,0000
9	0,1111		-3,1699		-0,3522		3,1699
10	0,1000		-3,3219		0,3322		3,3219
12	0,0833		-3,5850		-0,2987		3,5850
14	0,0714		-3,8074		-0,2720		3,8074
16	0,0625		-4,0000		-0,2500		4,0000
18	0,0556		-4,1699		-0,2317		4,1699
20	0,0500		-4,3219		-0,2161		4,3219

Рис. 1. Ентропія систем при різних значеннях ймовірностей стану P_k

Інформаційна невизначеність кожного окремого стану події залежно від різних значень ймовірностей P_k наведена на рис. 2.

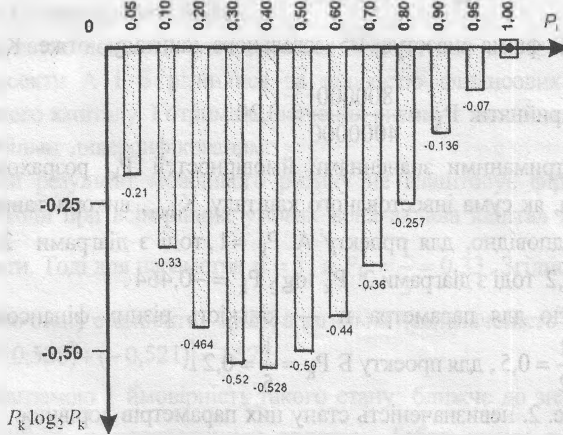


Рис. 2. Інформаційна невизначеність k-го стану події

Враховуючи, що отримані діаграми (рис. 1, 2) розраховані на підставі виразу (1), де за основу логарифмів прийнято число 2, то їх слід використовувати для оцінки інформаційної невизначеності систем. Як відомо, за одиницю інформації в цих системах прийнято "біт", ентропія при цьому визначається

$$H(\text{bit}) = -0,5 \log_2 0,5 - 0,5 \log_2 0,5 = 1 \quad (3)$$

Для перевірки можливості використання ентропії як параметра невизначеності фінансово економічних систем розглянемо такий приклад.

Нехай необхідно визначити ймовірність та величину ризику двох різних можливих інвестиційних проектів з параметрами, наведеними в табл.2.

Таблиця 2

Параметри інвестиційного проекту

Символ	Параметри	Проект А	Проект Б
$K_{\text{заг}}$	Загальний капітал компанії, ум. од.	4000000	4000000
$K_{\text{ін}}$	Капітал, що інвестується, ум. од.	4000000	800000
n	Кількість різних фінансових інструментів, в які інвестовано капітал (види цінних паперів)	2	5
T	Тривалість проекту, період	1	1
i	Проектна дохідність інвестованого капіталу, %	30	30

Використовуючи діаграму (2) та дані табл. 2, розраховуємо ентропію кожного з параметрів інвестиційних проектів А і В, із умови відсутності повного взаємного зв'язку між параметрами.

У проєкт А фірма інвестує весь капітал $K_{\text{інв}} = K_{\text{заг}}$. Такий стан є повністю визначеним, тому $P_k = \frac{K_{\text{інв}}}{K_{\text{заг}}} = \frac{4000000}{4000000} = 1$.

У проєкт Б фірма інвестує 1/5 загального капіталу, отже $K_{\text{інв}} = \frac{1}{5} K_{\text{заг}}$. В такій системі P_k слід прийняти: $P_k = \frac{800000}{4000000} = 0,20$.

Згідно з отриманими значеннями ймовірностей P_k розраховуємо невизначеність такого параметра, як сума інвестованого капіталу $K_{\text{інв}}$, використавши табл. 2. В нашому випадку буде, відповідно, для проєкту А $P_k = 1$, тоді з діаграми $2 P_k \log_2 P_k = 0$. Для проєкту Б $P_k = 0,2$ тоді з діаграми $2 P_k \log_2 P_k = -0,464$.

За аналогією для параметра n — кількість різних фінансових інструментів для проєкту А $P_k = \frac{1}{2} = 0,5$, для проєкту Б $P_k = \frac{1}{5} = 0,2$.

Згідно з рис. 2. невизначеність стану цих параметрів дорівнює $-0,5$ для проєкту А, $-0,46$ для проєкту Б.

Невизначеність такого параметра, як тривалість проєкту T , слід знайти за значенням відношення параметра середньостатистичної тривалості граничних змін ціни інструментів (коливання ціни інструментів на ринку) до тривалості проєкту. Нехай на основі статистичних даних за прийнятий нами розрахунковий період відбулося триразове коливання цін. Тоді ймовірність стану параметра $P_k = \frac{1}{3} = 0,33$ для проєкту А і Б невизначеність цього параметра згідно з діаграмою 2 становить $-0,528$.

Останній параметр проєкту — дохідність капіталу обох проєктів — є однаковою і прийнято 30% тобто $P_k = 0,30$, а невизначеність цього параметра набуває значення $-0,521$.

Згідно з принципом адитивності сумарна ентропія системи визначається як сума ентропій параметрів.

В нашому прикладі $H(a)$ відображена у табл. 3 і становить:

Таблиця 3

Ентропія параметрів проєктів А і Б

Параметри	Проєкт А		Проєкт Б	
	P_k	$P_k \log_2 P_k$	P_k	$P_k \log_2 P_k$
$K_{\text{ін}}$	1,00	0,00	0,20	-0,464
n	0,50	-0,500	0,20	-0,460
T	0,33	-0,528	0,33	-0,528
i	0,30	-0,521	0,30	-0,521
Ентропія інвестиційного проєкту $H(a) = -\sum P_k \log_2 P_k$		+1,549	Ентропія інвестиційного проєкту $H(a) = -\sum P_k \log_2 P_k$	+1,973

Використавши отримані значення сумарної ентропії проєктів, за допомогою діаграми (рис. 1) неважко встановити, що ентропії +1,549 в проєкті А відповідає ймовірність стану $\approx 0,35$. Ентропії +1,973 в проєкті Б відповідає ймовірність стану $\approx 0,26$.

Отже, можна констатувати, що невизначеність досягнення кінцевого результату, а саме 30% проектного доходу для проекту А дорівнює близько 35%, тоді як для проекту Б приблизно 26%. Враховуючи, що чим більша ймовірність стану, тим більший ризик, то слід зауважити, що проект Б є менш ризикованим.

Отриманий результат повністю узгоджується з поняттям диверсифікації. Адже в нашому прикладі проекти А і Б різнилися за кількістю фінансових інструментів та величиною інвестованого капіталу. І отримане значення ризику є меншим для проекту Б, де вкладення капіталу є більш диверсифікованим.

Якщо отриманий результат можливого ризику не влаштовує фірму А, то можна розглянути випадок, коли при всіх рівних умовах вона вклала капітал не у два, а у три фінансових інструменти. Тоді для параметра $n = 3$, а $P_k = \frac{1}{3} = 0,33$. Згідно з діаграмою рис.

2 невизначеність такого стану становить $-0,528$, а загальна невизначеність проекту дорівнює $H(a) = -[(-0,528) + (-0,528) + (-0,521)] = 1,577$

Тоді згідно з діаграмою 1 ймовірність такого стану ближче до значення $P_k = 0,33$, ніж до значення $P_k = 0,35$ в попередньому випадку. Тобто ризик в такому випадку знижується з 35% до $\approx 33\%$. Таким чином, використовуючи ентропію як міру невизначеності системи, ми можемо прогнозувати ймовірність різних подій, у тому числі і в інвестиційній діяльності.

Продовжуючи далі аналіз, припустимо, що фірма А вирішила вкласти у 2 фінансові інструменти, не весь капітал, як було прийнято в початковій умові, а лише його половину. Тоді для n -параметра K_{in} проекту А в табл. 3 відповідає значення

$P_k = \frac{2000000}{4000000} = \frac{1}{2} = 0,5$, а $P_k \log_2 P_k = -0,5$. Тоді ентропія системи дорівнює:

$$H(a) = -[(-0,5) + (-0,5) + (-0,522) + (-0,521)] = 2,049$$

Повертаючись до діаграми рис. 1, неважко встановити, що ймовірність стану такого рішення знаходиться між значенням 0,22 та 0,33, а саме 0,23. Тобто проект А при такому рішенні стає менш ризикованим, ніж проект Б $P_k = 0,26$. Останнє рішення теж повністю узгоджується з існуючими методами зменшення ризику з тією різницею, що запроваджена нами методика дає можливість здійснювати прогноз в числовому вигляді і без складних розрахунків. Достовірність аналітичних рішень (1) не викликає сумніву, адже вони є фундаментальними в теорії інформації. Очевидно, що достовірність оцінки ризику буде визначатись лише достовірністю оцінки імовірності станів параметрів P_k . Якщо визначити P_k достовірно не вдається, тоді можливо задаватись значеннями P_k від 0 до 1 і моделювати всі можливі стани оцінюючи при цьому невизначеність кінцевої події. Щоби використати отримані рішення за допомогою обчислювальних засобів (ЕОМ), нами запропоновано алгоритм оцінки невизначеності стану системи (рис. 3).

Отже, на підставі запропонованого нами методу оцінки ентропії є можливим оцінити в кількісному вигляді невизначеність кінцевого результату, тобто величину ризику для конкретних фінансово-економічних систем. При цьому трудомісткість таких розрахунків значно менша, ніж в традиційних, відомих методах оцінки ризику.



Рис. 3. Алгоритм оцінки ризику інвестицій на основі H-критерію.

Цю методику слід назвати ентропійною методикою оцінки стану інвестиційних проектів на основі H-критерію.

© І.П.МІЩУК, 2000

Львівська комерційна академія

МІСЦЕ СКЛАДСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА В ОРГАНІЗАЦІЇ ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ І ПЕРСПЕКТИВИ ЙОГО РОЗВИТКУ

Аналізуються причини занепаду гуртової торгівлі та якісних змін в її матеріально-технічній базі. Пропонується використання логістичного підходу до трактування поняття "склад" в контексті функціонування товаро-провідних систем та напрямки перетворення гуртових підприємств в потужні центри управління потоками товарів народного споживання. Розглядаються групи послуг, які надають клієнтам склади гуртової торгівлі в Україні та реальні шляхи їх розширення.

В сучасних умовах одним з найактуальніших аспектів діяльності господарюючих суб'єктів у сфері торгівлі стає підвищення ефективності організації та управління матеріальними (товарними) ресурсами завдяки реалізації стратегії логістики. Логістична стратегія спрямована на удосконалення управління матеріальними і відповідними їм інформаційними та фінансовими потоками за рахунок мінімізації сумарних витрат виробництва та обігу через: