

СЕКЦІЯ 11 МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 338.24

Витвицька О.М.
кандидат економічних наук,
доцент кафедри вищої математики
Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВАРТІСНОЇ ОЦІНКИ ІНФОРМАЦІЙНОГО КАПІТАЛУ ПІДПРИЄМСТВА

Стаття присвячена теорії інформаційного капіталу, проаналізовано дослідження, в яких започатковано вирішення проблеми. Розглянуто методичні підходи до вартісної оцінки інформаційного капіталу підприємства. Запропоновано принципово новий підхід до оцінки вартості інформації, який враховує ймовірнісний характер інформації і ґрунтується на використанні теорії інформації. Відповідно до цього підходу розроблено метод вартісної оцінки інформації із застосуванням ентропії.

Ключові слова: інформаційний капітал, вартісно-орієнтоване управління, економічна оцінка, оцінка вартості інформації, метод економічних вигод, ентропія.

Витвицька О.Н. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СТОИМОСТНОЙ ОЦЕНКИ ИНФОРМАЦИОННОГО КАПИТАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ

Статья посвящена теории информационного капитала, проанализированы исследования, в которых начато решение проблемы. Рассмотрены методические подходы к стоимостной оценке информационного капитала предприятия. Предложен принципиально новый подход к оценке стоимости информации, который учитывает вероятностный характер информации и основан на использовании теории информации. Соответственно этому подходу разработан метод стоимостной оценки информации с использованием энтропии.

Ключевые слова: информационный капитал, стоимостно-ориентированное управление, экономическая оценка, оценка стоимости информации, метод экономических выгод, энтропия.

Vytvytska O.M. THE MATHEMATICAL MODEL BUILDING OF THE ENTERPRISE INFORMATION CAPITAL EVALUATION PROCESS

This article proposes brand-new approach to the value of information assessment that takes into account probabilistic nature of the information and based on application of information theory. Due to this approach the method of value of information assessment with application of entropy was developed.

Keywords: information capital, value based management, economic evaluation, value of information assessment, method of economic benefits, entropy.

Постановка проблеми. Діяльність суб'єктів господарювання сьогодні відбувається в складних умовах фінансово-економічної кризи, яка зумовлена нестабільністю зовнішніх і внутрішніх соціально-економічних і політичних процесів. Це, у свою чергу, вимагає від керівників підприємств пошуку та впровадження ефективних шляхів та методів управління розвитком підприємства. Реформування існуючої практики управління вітчизняними підприємствами та переорієнтація її на застосування новітніх концепцій розвитку, зокрема вартісно-орієнтованого управління, робить необхідним науково обґрунтованим прогнозування та моделювання вартості підприємства. Світові тенденції у сфері господарювання свідчать, що інформація, знання і творчість – нематеріальні ресурси – стають ключовими елементами у соціальній і економічній діяльності людей [1, с. 75; 2, с. 9]. Так, у результаті розвитку інформаційного менеджменту і створення інформаційних мереж розвинуті країни змогли здійснити стрімкий технологічний стрибок. До прикладу, США на даний час вкладає понад 10% ВВП у розвиток інформаційних технологій та отримує за їх рахунок 25% ВВП, у вартості компанії British Petroleum нематеріальні активи становлять 71%, IBM – 83% [3, с. 42]. Невпинне зростання вартості нематеріальних активів у загальній вартості компаній, зокрема зростання частки інформаційної компоненти у складі немате-

ріального капіталу, призвело до появи спеціальної категорії інформаційний капітал.

Аналіз наукових досліджень і публікацій. Теорія інформаційного капіталу ще остаточно не сформована, однак серед економістів різних країн це питання порушується все частіше. Вперше теорію про інформаційний капітал висунув американець Е. Тоффлер. Він показав, що в умовах постіндустріального суспільства знання і інформація стають основою економіки і перетворюються у головний капітал – інформаційний [4]. Американські економісти М. Уорнер і М. Вітцель ввели поняття нематеріального капіталу, до складу якого входять: капітал знань, людський капітал і організаційний капітал [5, с. 136, с. 138, с. 153]. Російські економісти А. Бузгалін, А. Колганов почали використовувати термін «інформаційний капітал» [6, с. 134], а В.Н. Костюк зазначає, що «в інформаційному суспільстві капітал функціонує не в матеріально-грошовій, а в матеріально-грошово-інформаційній формі» [7, с. 104-105]. Властивість інформаційного ресурсу приносити прибуток є ознакою капіталу, про це стверджують Е.Я. Ярних, І.А. Лазарев та ін. [8; 9]. Український науковець О.Б. Шевчук розглядає інформаційний капітал як власність на домінуючий фактор виробництва в інформаційному суспільстві [10].

Постановка завдання. Частина інформаційного капіталу в загальній структурі капіталу стрімко зросла за останні десятиріччя, в умовах постіндустрі-

ального розвитку суспільства він є не тільки необхідною передумовою успішної діяльності суб'єктів господарювання, а й джерелом зростання капіталізації та надпотужним каталізатором для розвитку бізнесу та національної економіки загалом, а тому заслуговує на виокремлення в системі чинників вартості компанії. Саме тому одним із важливих напрямів забезпечення зростання капіталізації підприємства є більш глибоке дослідження цієї економічної категорії, зокрема вартісної оцінки інформаційного капіталу.

Результати дослідження. *Інформаційний капітал* – це сукупність функціонуючих у системі виробництва інформаційних ресурсів та засобів для їх накопичення, зберігання, обробки, передачі та відображення, що обслуговують процеси виробництва та управління суб'єктами господарювання і створюють умови для отримання доходів та створення доданої вартості [11, с. 92].

Вартісна оцінка інформаційного капіталу є однією із складових його економічної оцінки, яка характеризує вартість, цінність та ефективність використання інформаційного капіталу.

На відміну від матеріальних об'єктів, вартісна оцінка (*valuation*) яких регламентується Національним стандартом України № 1 та Міжнародними стандартами оцінки [12; 13], вартість нематеріальних активів, зокрема інформації, складно визначити за допомогою традиційного інструментарію, не існує єдиної загальноприйнятої методики оцінювання інформаційних продуктів у зв'язку з їх оригінальністю і неповторністю. Тому для оцінки вартості інформації найбільш прийнятними є підходи і методи, які використовуються при оцінці нематеріальних активів, а також специфічні ймовірнісні методи теорії інформації і теорії статистичних рішень [14; 11, с. 91-101; 15].

Відомо, що класичними підходами до оцінки вартості будь-яких об'єктів є витратний, дохідний, порівняльний.

При *витратному підході* робиться припущення, що потенційний покупець, який володіє інформацією про об'єкт оцінки, не заплатитиме за нього більше, ніж за об'єкт, що має еквівалентну корисність [16, с. 258].

Найбільш придатними з точки зору практичної реалізації при оцінці інформації та інформаційного капіталу, які можна використати в рамках витратного підходу, є: метод вартості створення, метод вартості заміщення, метод відновної вартості, метод ціни придбання [14; 15; 16].

Дохідний підхід є сукупністю методів оцінювання, заснованих на врахуванні майбутніх доходів, пов'язаних з найбільш ефективним використанням об'єкта оцінки, включаючи дохід від його можливого перепродажу [16, с. 264; 12, п. 42].

Основними методами дохідного підходу є метод дисконтування грошових потоків та метод прямої капіталізації.

Для оцінки управлінської економічної інформації найбільш перспективним бачиться застосування методу економічних вигод, який за сутністю є різновидом дохідного підходу. Нами пропонується така загальна формула для визначення вартості інформації [11, с. 99]:

$$VI = \sum_{i=1}^T \sum_{j=1}^n [\Delta E_{ij} - k_{\text{фр}} (V_{\text{ост}} + V_{\text{нат}})] (1+r)^i - \sum_{k=0}^K I_k (1+r)^k \quad (1)$$

де E_{it} – величина i -го виду економічної вигоди, що виникає від використання інформації у різних аспектах господарської діяльності підприємства і визначається як різниця між величиною доходів, витрат, економії і т. п., які були до і мають місце після вико-

ристання інформації. Методичні підходи до визначення величини численних видів економічних вигод, які можуть виникати у господарській діяльності підприємств від використання різних видів нематеріальних активів, описані у роботі [15]; $k_{\text{фр}}$ – фондорентабельність матеріальних і нематеріальних активів, які використовуються в інформаційних системах даного підприємства; $V_{\text{ост}}$ – справедлива вартість основних засобів (комп'ютери, засоби сканування, друкування, передавання інформації), які використовуються в інформаційній системі для забезпечення даним видом інформації в t -му році; $V_{\text{нат}}$ – справедлива вартість нематеріальних активів (програмне забезпечення), які використовуються для створення даного виду інформації в t -му році; r – ставка дисконту; t – поточний рік отримання економічних вигод; T – рік закінчення корисного використання інформації; n – кількість видів економічних вигод у різних аспектах господарської діяльності підприємства; I_k – інвестиційні витрати у створення інформаційної системи в t -му році; k – рік початку інвестування у створення інформаційної системи; K – рік закінчення інвестування у створення та підтримку інформаційної системи.

При застосуванні даної формули основну увагу необхідно звернути на виявлення і відслідковування можливих численних економічних вигод від використання інформації, встановлення термінів їх проявів, оскільки вартість інформації динамічно змінюється і підлягає швидкому моральному старінню.

Також треба зазначити, що модель (1) дає змогу здійснити оцінку інформації у чистому вигляді, оскільки дозволяє відділити частку економічних вигод, яка створюється інформацією у складі інформаційного капіталу

Порівняльний підхід – це сукупність методів оцінювання, заснованих на визначенні вартості об'єктів оцінювання шляхом порівняння з вартістю їх аналогів, стосовно яких є інформація про ціни та умови угод [16, с. 264]. Основними елементами порівняння є характеристики подібного об'єкта залежно від фізичних і функціональних ознак, умов продажу й т. п. Коригування здійснюється шляхом додавання або вирахування грошової суми із застосуванням коефіцієнтів (відсотків) до ціни продажу (пропозиції) або шляхом їхнього комбінування [12, п. 49]. Існують такі основні методи порівняльного підходу: оцінка на основі одиниці порівняння; оцінка з урахуванням поправок; метод цінних мультиплікаторів, оцінка за допомогою регресійного аналізу.

Ймовірнісний підхід. Будь-яка діяльність на сучасному етапі відбувається в умовах невизначеності, коли для описання стану досліджуваного об'єкта чи системи характерною є наявність альтернатив, причому кожен із станів може наступити з деякою ймовірністю. Тому зняття невизначеності, а відповідно, інформативність про стан досліджуваної системи має ймовірнісний характер. З другого боку, перехід системи з менш ймовірного стану в більш ймовірний характеризується зростанням ентропії системи. Тому ентропію можна розглядати як міру ймовірності перебування системи в даному стані. Ентропія характеризує ступінь невизначеності тієї чи іншої характеристики будь-якої системи чи явища, про яке маємо інформацію.

Ентропія $H(x)$ визначається за формулою згідно з теоремою К. Шеннона, на основі якої середня кількість інформації, що припадає на один символ, дорівнює [17, с. 178]:

$$H(x) = -\sum_{i=1}^n P_i(x_i) \ln P_i(x_i) \quad (2)$$

де $P_i(x_i)$ – імовірність отримання кожного з n можливих значень показника, що характеризує різноманіття (невизначеність) стану системи, яка досліджується.

Ступінь невизначеності стану джерела інформації залежить від кількості можливих станів і від ймовірностей цих станів. Ентропія, взята з від’ємним знаком, є мірою впорядкованості системи. Меншому значенню ентропії (меншій імовірності системи) відповідає більше інформації, що фіксує цей стан. Якщо система переходить через стохастичні (імовірнісні) флуктуації з більш імовірнісного стану в менш імовірнісний стан, ентропія падає, а інформаційний зміст системи збільшується.

Ентропія може бути обчислена при будь-якій основі логарифма. Здебільшого у якості одиниці виміру ентропії користуються нітом, коли використовують у якості основи логарифма число e , оскільки ця одиниця виміру зручна тим, що математичні перетворення і формули, у які входить ентропія, отримують більш простий вигляд [18, с. 159].

Під кількістю інформації розуміють величину знятої невизначеності про стан системи [19]:

$$I(x) = H_0(x) - H(x) \quad (3)$$

де $I(x)$ – кількість інформації, отримана про систему у результаті її вивчення; $H_0(x)$ – міра ступеня невизначеності системи (ентропія) до початку спостережень; $H(x)$ – міра ступеня невизначеності системи (ентропія) по закінченні спостережень.

Якщо під $H(x)$ розуміти границю, до якої теоретично можна зменшувати ентропію системи, то $I(x)$ буде повною інформацією, тобто максимальною кількістю інформації, яку можна отримати про систему, яка вивчається. У ряді випадків $H(x)=0$, тобто у результаті спостережень може бути виявлений той стан системи, в якому вона дійсно перебуває. Тоді $I(x)=H_0(x)$, тобто кількість інформації дорівнює ентропії системи.

З точки зору оцінки, окрім величини повного обсягу інформації цікаво знати і ту її кількість, яка поступає з кожним новим спостереженням, тобто величину приросту інформації. Очевидно, що ця величина ΔI чисельно дорівнює приросту ентропії [18, с. 180]

$$\Delta I = -[H_j(x) - H_{j+1}(x)] \quad (4)$$

де $H_j(x)$ – ентропія до початку спостережень; $H_{j+1}(x)$ – ентропія після проведення спостережень.

Тоді оцінку вартості інформації можна здійснити за формулою:

$$V_i = \Delta I \cdot V_e - B_i = V_e(H(x)_{j+1} - H(x)_j) - B_i \quad (5)$$

де V_i – вартість інформації, грн; ΔI – приріст інформації, ніт; V_e – ціна одиниці ентропії, грн/ніт; B_i – витрати на придбання або отримання інформації, грн.

Ціна одиниці ентропії може бути розрахована за формулою:

$$V_e = \frac{\Delta E}{H_n^{гран}(x)} \quad (6)$$

де ΔE – величина економічної вигоди (попереджених збитків) від використання інформації, грн; $H_n^{гран}(x)$ – граничне значення ентропії, яке може бути визначене тільки у разі наявності повної інформації про стан досліджуваної системи (явища), ніт.

Необхідно зауважити, що при недостатніх обсягах інформації неможливо встановити $H_n^{гран}(x)$. У такому випадку в якості $H_n^{гран}(x)$ можна використати максимальне значення ентропії, але слід пам’ятати, що оцінка інформації при цьому буде дещо завищеною.

Проілюструємо викладене прикладом, наведеним у таблиці 1, де подано інформацію про величини логістичних витрат на придбання одного із видів матеріалів.

Покажемо, як вираховується ентропія на прикладі H_{10} . Після отримання десятого значення інформації про величини логістичних витрат у сукупність спостережуваних значень H_k входили: 19,0; 24,6; 13,9; 17,6; 16,2; 18,6; 19,6; 21,5; 20,1 тис. грн. Розподіл цих значень за інтервалами величиною $\Delta H_k = 2$ тис. грн показано у таблиці 2.

Обчислюємо ентропію за формулою (2):

$$H_{10} = -(0,1 \ln 0,1 + 0,1 \ln 0,1 + 0,3 \ln 0,3 + 0,3 \ln 0,3 + 0,1 \ln 0,1 + 0,1 \ln 0,1) = -(4 \cdot (0,1 \ln 0,1) + 2 \cdot (0,3 \ln 0,3)) = 4 \times 0,2303 + 2 \times 0,3612 = 1,6436 \text{ ніт.}$$

Для даного прикладу відомо, що величина економічної вигоди від наявності повної інформації про логістичні витрати становить 30 тис. грн. Також на початковий момент у розпорядженні підприємства було тільки три значення величин логістичних витрат. Витрати підприємства на отримання одиниці інформації складають 500 грн.

З таблиці 2 видно, що величина ентропії стабілізується вже після сьомого спостереження. Отже, ціна одиниці ентропії дорівнює $V_e = \frac{30}{1,5} = 20$ тис. грн. Вартість інформації, обчислена за формулою (6), становить:

$$V_i = (1,5 - 1,1) 20 - 0,5 \times 7 = 8 - 3,5 = 4,5 \text{ тис. грн.}$$

Висновки та перспективи подальших наукових досліджень. Розроблені методичні підходи дозволяють здійснювати вартісну оцінку інформації та інформаційного капіталу і, таким чином, дають змогу значно підвищити рівень капіталізації підприємств, провадити інформаційний бізнес і підвищувати ефективність їх функціонування. Властивості ентропії можна використати для характеристики повноти інформації, тобто граничного значення тієї кількості інформації, яка є достатньою для прийняття рішення.

Таблиця 1

Ентропії величин логістичних витрат при різних обсягах інформації

№ спостереження	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Величина логістичних витрат, тис. грн	19,0	24,6	20,9	13,9	17,6	16,2	18,6	19,6	21,5	20,1
Вибіркова ентропія, ніт	0	0,69	1,1	1,39	1,61	1,56	1,55	1,5	1,52	1,5

Таблиця 2

Визначення ентропії для H_{10}

Інтервал, тис. грн	13-15	15-17	17-19	19-21	21-23	23-25
Число значень у інтервалі, n_i	1	1	3	3	1	1
Відносні частоти, ω_i	0,1	0,1	0,3	0,3	0,1	0,1

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Социально-экономические проблемы информационного общества : монография / под ред. Л.Г. Мельника, М.В. Брюханова. – Вып. 2. – Сумы : Университетская книга, 2010. – 896 с.
2. Чухно А.А. Сучасні економічні теорії / Чухно А.А., Юхименко П.І., Леоненко П.М. – К. : Знання, 2007. – 878 с.
3. Мамонтова Н.А. Управление стоимостью компаний нефтегазового комплекса в условиях инновационного развития : монография / Н.А. Мамонтова. – Львів : ПАІС, 2011. – 484 с.
4. Чухно А.А. Интеллектуальный капитал: суть, формы и закономерности развития / А.А. Чухно // Экономика Украины. – 2002. – № 11. – С. 48-55 ; 2002. – № 12. – С. 61-67.
5. Уорнер М. Виртуальные организации Новые формы ведения бизнеса в XXI веке / М. Уорнер, М. Витцель. – М. : Добрая книга, 2005. – 296 с.
6. Бузгалин А. Глобальный капитал / А. Бузгалин, А. Колганов. – М. : «Питер», 2004. – 512 с.
7. Костюк В.Н. Теория эволюции и социоэкономические процессы / В.Н. Костюк. – М. : Едиториал УРСС, 2004. – 176 с.
8. Ярных Э.А. Информационная инфраструктура и статистический анализ рынка товаров и услуг / Э.А. Ярных. – М. : Финансы и статистика, 2006. – 368 с.
9. Лазарев И.А. Новая информационная экономика и сетевые механизмы её развития / И.А. Лазарев, Г.С. Хижа, К.И. Лазарев. – М. : Дашков и Ко, 2010. – 242 с.
10. Шевчук О.Б. Інформаційний капітал: його сутність і види / О.Б. Шевчук – Економічна теорія. – 2005. – № 2. – С. 41-48.
11. Витвицкий Я.С. Информационный капитал в управлении региональными экономическими системами / Я.С. Витвицкий, О.М. Витвицкая, Н.В. Балашова // Моделирование региональной экономики. Сборник научных работ. – Ивано-Франківськ : Плай, 2009. – № 1(13). – С. 91-101.
12. Загальні засади майна і майнових прав : Постанова КМУ № 1440 від 10 вересня 2003 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.akadem.kiev.ua> – (Національний стандарт № 1).
13. Международные стандарты оценки. Седьмое издание. 2005 ; [пер. с англ. И.Л. Артеменкова, Г.И. Микерина, Н.В. Павлова]. – М. : ООО «Российское общество оценщиков», 2005. – 414 с. – (Международные стандарты оценки).
14. Витвицкий Я.С. Економічна оцінка гірничого капіталу нафтогазових компаній : наукова монографія / Я.С. Витвицкий. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2007. – 431 с.
15. Мендрул А.Г. Оценка стоимости нематериальных активов / А.Г. Мендрул, В.С. Ларцев. – К. : ООО «Полиграф-Информ», 2004. – 264 с.
16. Базилевич В.Д. Интеллектуальна власність : підручник. – 2-ге видання, стер./ В.Д. Базилевич. – К. : Знання, 2008. – 431 с.
17. Управление. Информация. Интеллект / под ред. А.И. Берга, Б.В. Бирюкова, Е.С. Геллера, Г.Н. Поварова. – М. : «Мысль», 1976. – 383 с.
18. Дементьев Л.Ф. Применение математической статистики в нефтепромысловой геологии / Л. Ф. Дементьев, М. А. Жданов, А.Н. Кирсанов. – М. : Недра, 1977. – 255 с.
19. Яглом А.М. Вероятность и информация / А.М. Яглом, И.В. Яглом. – М. : Физматгиз, 1960. – 350 с.