

# ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО АПАРАТУ ТЕРМОДИНАМІКИ ДЛЯ АНАЛІЗУ ТА ОЦІНКИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО КАПІТАЛУ ПІДПРИЄМСТВА

ТКАЧ І. І.

ГВОЗДЕЦЬКА І. В.

кандидат економічних наук

ХМЕЛЬНИЦЬК

## Постановка проблеми

Для оптимізації управління інтелектуальним капіталом (ІК) підприємства з метою досягнення поставлених економічних цілей, недостатньо використовувати лише теоретичний матеріал чи поклатись на інтуїцію. Необхідно використовувати фізико-математичний апарат, який дозволить приймати обґрунтоване рішення в системі управління.

## Аналіз останніх досліджень і публікацій

Розвиток теоретико-методологічних і прикладних засад дослідження концепції ІК знайшов відображення в багатьох роботах вітчизняних і зарубіжних вчених. Зокрема, фундаментальні аспекти цієї наукової проблеми вивчали у своїх працях Т. Стюарт, Е. Брукінг, Л. Едвінсон, М. Мелуон, Л. Лукичова, О. Бутнік-Сіверський, О. Грішнова, Б. Леонтьєв, В. Іноземцев, А. Чухно та ін. Однак, не зважаючи на зростаючу кількість досліджень у даному напрямку, питання використання економіко-математичного моделювання в управлінні ІК як у зарубіжній, так і вітчизняній економічній науці не були достатньо опрацьовані.

## Постановка завдання

Метою статті є розкриття підходів до аналізу, вимірювання та оцінки ІК з використанням основ теорії термодинаміки для подальшої оптимізації управління ІК.

## Виклад основного матеріалу дослідження

Природничі науки, особливо фізика, добились значних успіхів, ставши фундаментом розвитку інших наук, включаючи економіку. Поки недостатньо розроблені інструменти вимірювання, оцінки та прогнозування розвитку людських систем, особливо в періоди їх біфуркаційних змін (періоди сильно нерівноважних станів). Одним з небагатьох наукових інструментів для аналізу деяких явищ складних систем став понятійний апарат термодинаміки.

Теорія людського (інтелектуального) капіталу, як і капіталу загалом з точки зору фізичної економії, розкривається у роботах професора Краківського університету економіки М. Dobija [1], який поєднує економічну і фізичну сутність поняття капіталу. Визначаючи капітал як абстрактну здатність до виконання роботи, М. Dobija робить висновок, що до капіталу можна і необхідно застосувати теорію фізики, основним поняттям якої є енергія. Використовуючи закони фізики, можна також краще зрозуміти взає-

мов'язок між людським ресурсом і працею. Розкриваючи аналогію між енергією і капіталом, автор обґрунтовує можливість застосування до опису природи капіталу законів термодинаміки (теорія енергії). Перше правило термодинаміки стосовно капіталу означає, що капітал має своє походження, не виникає з нічого. Друге правило термодинаміки говорить про те, що перехід від одного стабільного стану до іншого є неможливим без розсіювання енергії (ентропії). В економіці воно означатиме незалежне (природне) розсіювання капіталу у визначеному темпі. Для збереження ж капіталу необхідно здійснювати певну діяльність, яка компенсує зменшення його за рахунок незалежного (природного) розсіювання [2].

М. Dobija вважає, що капітал – це вартість економічних засобів, капіталізованих у матеріальні та людські ресурси. Ступінь такої капіталізації обумовлений природними та суспільними умовами середовища, у яких капітал розвивається і зростає. Запропоноване визначення капіталу автор подає у формі математичного рівняння, яким описується енергетичний стан системи у термодинаміці, що наводиться нижче [3, 384]:

$$C_t = C_0 e^{(p-s+mt)}, \quad (1)$$

де:  $C_t$  – вартість капіталу у часі  $t$ ;  $C_0$  – стартовий (початковий) капітал;  $s$  – показник незалежного (природного) розсіювання капіталу;  $p$  – винагорода за ризик;  $t$  – змінна часу;  $m$  – ефективність управління капіталом.

Із загальної моделі капіталу (формула 1) виникає спосіб виміру (визначення) людського капіталу. Для конкретної фізичної особи отримуємо формулу капіталу, як потенційної здатності до здійснення певної професійної діяльності, який належить працівникові і залежатиме від витрат на початковий капітал, винагород за ризики і часу капіталізації:

$$C_t = C_0 e^{pt}, \quad (2)$$

Отже, ІК формується внаслідок понесених витрат на його накопичення. Слід пам'ятати, що ці витрати мають безперервний характер, а тому вираз  $C_0$ , що відображає їх початкову вартість, слід розуміти як потік коштів.

ІК, що визначається як джерело фінансування людських ресурсів, можна представити як суму трьох складових витрат на утримання, витрат на освіту та витрат на отримання досвіду:

$$H(t) = (K + E) * (1 + Q(T)), \quad (3)$$

де:  $H(T)$  – вартість людського капіталу як функції часу  $T$ ;  $K$  – капіталізовані кошти на утримання та формування фізичної особи;  $E$  – капіталізовані кошти на освіту;  $Q(T)$  – показник досвіду.

Розвиваючи термодинамічну теорію капіталу, можна стверджувати, що і праця, як передача людського ресурсу працівника продукції, є аналогічною до передачі енергії об'єкту шляхом здійснення роботи. Отже, одиниця праці може бути виражена як одиниця енергії.

Розширення поняття капіталу та людського капіталу через використання методів і понять термодинаміки дає можливість надати даним поняттям фізичної сутності та логічної завершеності. Маючи модель людського капіталу як потенційної здатності до певного виду діяльності з однієї сторони (формула 2), та суму витрат на формування такого капіталу з іншої сторони (формула 3), можна перейти до розрахунку вартості ІК [2].

Досвід розвитку систем, в котрих базовим елементом є людина, її інтелектуальні можливості, в біфуркаційні періоди вивчений недостатньо з точки зору виявлення головних домінант успішного розвитку системи (підприємства). Більш детально проаналізувати даний процес дозволяє термодинаміка нерівноважних процесів [4].

**О**сновними поняттями, які були перенесені в економіку з термодинаміки є поняття ентропії, ізольована система (система, яка не обмінюється потоками енергії із зовнішнім середовищем, в цих системах повна енергія та число елементів системи задані граничними умовами), замкнута система, дисипація (поглинання виробничої енергії людьми, суб'єктами відносин), теорія дисипативних структур Пригожина (розвиває термодинамічний підхід до самоорганізації складних систем). Термодинамічним об'єктом можна управляти, змінюючи граничні умови. Система, яка знаходиться в стані термодинамічної рівноваги, при поступовій зміні параметрів проходить через серію рівноважних станів і повертається в початковий стан. Оборотний характер таких змін і управління об'єктом через граничні умови – процеси взаємозалежні. У випадку ізольованої системи рівновага виступає в ролі притягуючої точки чи стану (атрактора) нерівноважних станів [4].

ІК підприємства, в основі якого лежить людський капітал, можна представити у вигляді неізольованої людської системи, котра обмінюється матеріальними, інтелектуальними, інформаційними, людськими та іншими потоками із зовнішнім середовищем. Для такої системи аналог термодинамічного рівняння може бути представлений у вигляді [4]:

$$P_E = \xi P_F + f(P_E) + \chi P_S, \quad (4)$$

де  $P_E$  – накопичений сукупний ІК системи (аналог внутрішньої ентропії фізичної системи);  $P_F$  – накопичений додатний ІК за рахунок внутрішніх факторів та процесів (аналог вільної енергії фізичної системи);  $f(P_E)$  – складова сукупного ІК, яка описує зворотні зв'язки, зокрема синергетичні ефекти;  $\xi$  – ваговий множник, який визначає вклад в сукупний ІК складової  $P_F$ ;  $P_S$  – сума накопиченого від'ємного ІК за рахунок внутрішніх процесів і накопиченого ІК за рахунок обміну із зовнішнім середовищем (аналог ентропії);  $\chi$  – ваговий множник, який визначає вклад в сукупний ІК складової  $P_S$ .

Накопичений від'ємний ІК за рахунок внутрішніх процесів з'являється у зв'язку із псевдоосвітою, псевдознаннями, низькою якістю інтелектуальної праці, відсутністю інтелектуальної активності, пониженим рівнем здоров'я, відсутністю взаємозв'язку між працівниками, конфлікти, повторю.

Присутність у формулі (4) члена  $f(P_E)$ , який відображає зворотні зв'язки (у томи числі посилення інтелектуальної сили підприємства за рахунок групового вирішення наукових та інших творчих задач), робить це рівняння нелінійним. Синергізм системи, який описується даним членом, приводить до самоорганізації системи через проходження нерівноважних станів.

Додатний ІК забезпечує корисну віддачу від інвестицій в процеси розвитку і росту, а від'ємний її не забезпечує.

Одним з основних шляхів формування ІК є здійснення інвестицій у його структурні елементи (людський, організаційний, споживчий капітал) [5]. І не завжди вони призводять до росту знань, розвитку науки, покращення здоров'я співробітників, до підвищення якості та доступності інформації. Прикладами псевдофакторів росту можуть слугувати інвестиції в неефективне та безперспективне виробництво, інвестиції в псевдоосвіту, псевдознання, в уявні інновації чи помилкові проекти (псевдоінновації чи помилкові результати НДДКР), інвестиції у невідповідне програмне забезпечення тощо. Тому сукупні інвестиції на розвиток ІК підприємства складаються з двох частин: інвестиції на розвиток та на псевдорозвиток ІК. Завдання менеджменту ІК – мінімізувати другу складову та максимізувати синергетичні ефекти внаслідок взаємодії складових ІК.

Основними процесами в синергетичних діях є адекватне планування, ефективний обмін знаннями та оперативною інформацією між співробітниками підприємства та текуча координація роботи.

Внаслідок взаємодії спеціалістів на підприємстві можливі три варіанти.

**Перший випадок** передбачає, що результат менший суми складових частин. Так звана дисипація енергії. Спеціалісти намагаються робити роботу разом, взаємодіяти, але процес ускладнюється амбіціями, конфліктами тощо. Працівники не слідують основним цілям підрозділу та підприємства загалом. В результаті робота затягується і виконується опосередковано.

**Другий варіант** передбачає, що результат дорівнює сумі вкладу усіх спеціалістів. Сукупні зусилля себе виправдовують, вклад кожного спеціаліста добре вписується в загальну картину.

**Третій варіант** відображає мистецтво управління ІК і полягає у тому, щоб уміло об'єднати зусилля декількох людей і досягнути синергетичного ефекту, коли загальний результат більший суми вкладу усіх спеціалістів. Для об'єднання зусиль потрібно, щоб вектори цих зусиль були направлені до однієї мети. Ось чому важливо дослідити вектор направленості зусиль кожного працівника підприємства та перевірити, чи направлений він на досягнення мети окремого відділу та підприємства. Цю задачу, а також оцінку інтелектуальних можливостей співробітників

та відповідність займаному місцю, виявлення слабких місць, можна реалізувати за допомогою нечіткої логіки та теорії нечітких множин. Коли вектори зусиль співробітників будуть направлені до однієї цілі, то синергетичний ефект людського капіталу буде максимальним, а також можливий максимальний розмір додаткової вартості, який принесе ІК.

**Н**а думку Х. Ітамі [6], синергетичний ефект досягається лише тоді, коли підприємство використовує свої унікальні ресурси – невидимі активи. Наприклад, у тому випадку, коли воно виводить на ринок під добре відомою споживачам торговою маркою новий товар (наголос на використанні споживчого капіталу). Таким чином, підприємство використовує нематеріальні активи для створення чогось нового, що і детермінує виникнення синергетичного ефекту. На думку Х. Ітамі, синергізм в багатьох моментах нагадує такий економічний феномен, як ефект безбілетника, так як невидимі активи однієї частини організації, можуть бути одночасно використані де завгодно у відсутності будь-яких втрат.

Синергетичні ефекти відносяться до дуже сильних ефектів і приводять до значного посилення наукового, інноваційного, інтелектуального потенціалів та в цілому усього ІК підприємства, а також є одним з основних механізмів, котрий веде до збільшення розриву між рівнями розвитку та якості ІК підприємств.

Через біфуркації проходять усі підприємства. Синергетичні ефекти по різному впливають на розвиток системи і «вибір» нового стану після виходу із сильно нерівноважного стану. Але вони, у кінцевому варіанті, здійснюють вирішальний вплив на долю системи [4]. Тобто за допомогою управління синергетичними ефектами можна наблизити систему (підприємство) до поставленої економічної цілі за рахунок переходу до сприятливих атракторів.

## Висновки

Отже, аналіз ІК підприємства як неізольованої людської системи, котра обмінюється матеріальними, інтелектуальними, інформаційними, людськими та іншими потоками із зовнішнім середовищем, дав змогу знайти аналог термодинамічного рівняння, яке вказало, що управління ІК підприємства полягає в управлінні синергетичними ефектами, які виникають між його складовими елементами. Так як в механізмі управління ІК особливе місце посідає система оцінки ІК підприємства, то наше дослідження показало можливість застосування законів термодинаміки для оцінки капіталу ІК. Тому подальші дослідження будуть присвячені знаходженню вектору направленості зусиль співробітників підприємства, методичному інструментарію визначення синергетичних ефектів ІК та використанню на практиці законів термодинаміки для оцінки ІК підприємства. ■

## ЛІТЕРАТУРА

1. **Dobija M.** Monetary Causes of the Financial Systems Instability. 2008 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ssrn.com/abstract=1295186>
2. **Мазіна О. І.** Людський капітал: економічний вимір, фізична сутність [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://udau.edu.ua/library.php?pid=1572>
3. Теорія бухгалтерського обліку: Монографія / Л. В. Нападовська, М. Добія, Ш. Сандер, Р. Матезіч та ін.; за заг.ред. Л. В. Нападовської. – К.: Київ. Нац. торг.-екоп. ун-т, 2008.
4. Корчагин Ю. А. Российский человеческий капитал: фактор развития или деградации?: Монография. – Воронеж: ЦИРЭ, 2005. – С.: 252.
5. **Ткач І. І.** Аналіз структури інтелектуального капіталу підприємства / А. Ю. Мазарчук, І. І. Ткач // Вісник Хмельницького національного університету. Серія «Економічні науки». – 2010. – № 6. – Т.4. – С.336-339.
6. **Itami H., Roehl T.** Mobilizing Invisible Assets. Harvard University Press, 1987.