

УДК 330.14:658.382

*I. I. Чайковська,
аспірант кафедри автоматизованих систем і моделювання в економіці,
Хмельницький національний університет, м. Хмельницький*

РЕАЛІЗАЦІЯ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЛЕКСНОЇ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИМ КАПІТАЛОМ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

*I. I. Chaikovska,
postgraduate student of Department automated systems and modeling in economics,
Khmelnitsky National University*

IMPLEMENTATION OF A ECONOMIC AND MATHEMATICAL COMPREHENSIVE MANAGEMENT MODEL OF THE INDUSTRIAL ENTERPRISE'S INTELLECTUAL CAPITAL

Згідно з розробленою комплексною моделлю управління інтелектуальним капіталом промислових підприємств виконано її реалізацію та наведено результати у вигляді пропозиції необхідних змін показників інтелектуального капіталу для досягнення цільових економічних результатів діяльності підприємства.

According developed a comprehensive management model of the industrial enterprise's intellectual capital made its implementation and results as necessary for changes in indicators of intellectual capital to achieve targeted economic performance of the enterprise.

Ключові слова: *інтелектуальний капітал, модель підбору вектора необхідних значень, реалізація моделі управління, програмна реалізація.*

Keywords: *intellectual capital, model selection vector required values, the implementation of model management, software implementation.*

Постановка проблеми. Для оптимізації управління інтелектуальним капіталом (ІК) підприємства необхідне застосування економіко-математичного моделювання та побудова моделей управління. Реалізація моделей управління дозволяє надати пропозиції у кількісній зміні значень показників ІК для досягнення цільових економічних результатів при врахуванні критерію оптимізації, який полягає у мінімізації витрат на ІК. Саме тому особливо актуальним є питання реалізації комплексної моделі управління ІК підприємства, запропонованій нами у роботах [1, 2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Науковці, такі як Т. Бауліна [3], А. Воловник [4], М. Дишкант [5], І. Журавльова [6, 7], В. Лось [8], В. Лялін [4], В. Порохня [8], Є. Селезньов [9], Х. Фасхiev [10] виділяють велику кількість підходів до моделювання окремих складових ІК, оцінки ІК залежно від поставлених завдань та свого бачення проблеми. Проте у деяких авторів вирішення даного питання має лише теоретичний чи рекомендаційний характер без практичної реалізації. До того ж у авторів відсутнє розв'язання даної проблеми з погляду досягнення цільового значення економічного показника та тих змін, які необхідно здійснити у структурі ІК.

Постановка завдання. Метою статті є реалізація комплексної моделі управління ІК промислового підприємства.

Виклад основного матеріалу дослідження. Згідно запропонованого механізму (рис. 1) та розробленої раніше комплексної моделі управління ІК підприємства у концептуальному [1] та структурному і математичному [2] вигляді здійснено її реалізацію з метою прийняття обґрунтованих управлінських рішень стосовно ІК підприємства.

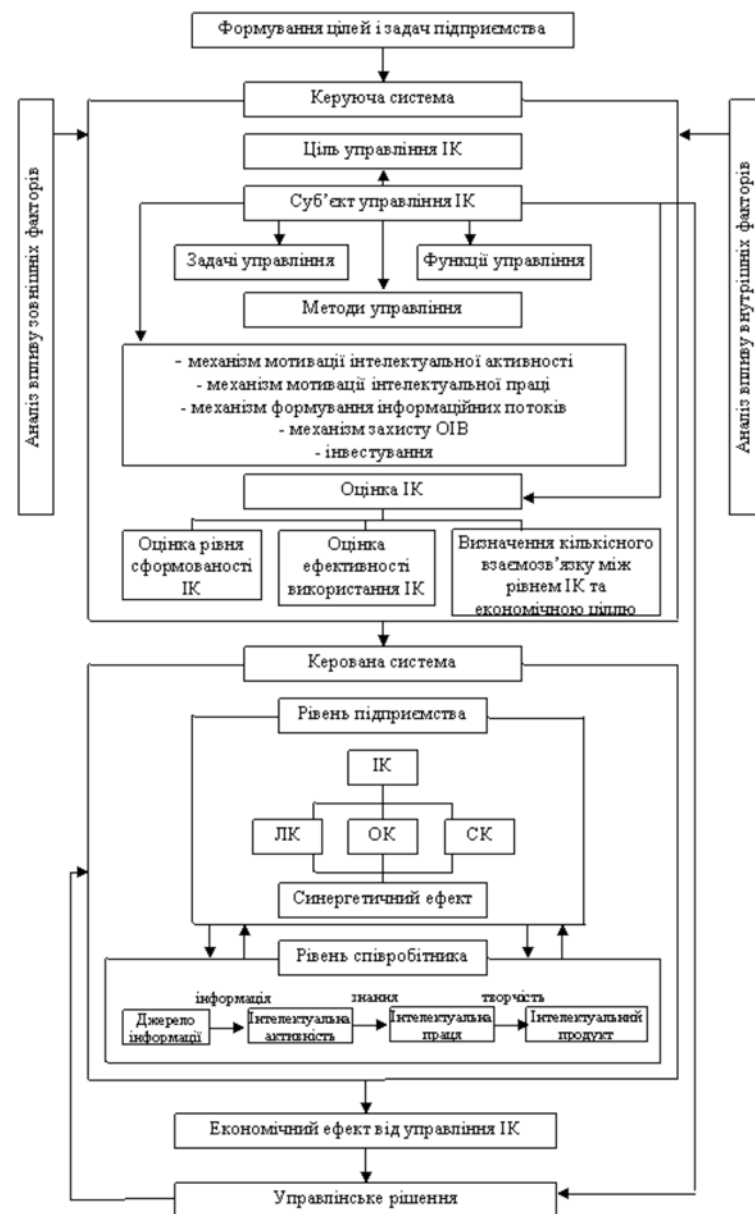


Рис. 1. Схема механізму управління ІК підприємства

Досліджуване підприємство останнім часом надає недостатньо багато уваги управлінню ІК, про що свідчать техніко-економічні показники. До того ж спостерігається ситуація, при якій економічна додана вартість менша 0, що означає, що за певний період відсутнє зростання вартості підприємства. Підприємство неефективно використовувало наявний в його розпорядженні капітал. В цьому випадку капітал підприємства не забезпечив навіть норму повернення на вкладений капітал, встановлений власником компанії і не приніс додаткового прибутку (доданої вартості).

Тому основним завданням є підвищення вартості підприємства. Реалізація даної стратегії вимагає формування та ефективного використання ІК, тобто необхідна реалізація комплексної моделі управління ІК.

Алгоритм комплексної моделі управління ІК промислового підприємства

Нами запропонована комплексна модель управління ІК промислового підприємства, котра дозволяє комплексно оцінити рівень ІК підприємства з врахуванням кількісних та якісних показників та синергетичних ефектів складових ІК, визначити взаємозв'язок між рівнем ІК та економічними результатами діяльності підприємства, а також визначити вектор необхідних значень показників ІК для досягнення поставленої мети при мінімізації витрат, що дозволить приймати обґрунтовані управлінські рішення [1, 2].

Отже, алгоритм запропонованої методики комплексного моделювання процесів управління ІК підприємства передбачає такі етапи:

- 1) обрання експертів, проведення анкетування, визначення узгодженості їхніх думок та визначення найбільш значущих факторів ІК;
- 2) побудова нечіткої моделі комплексної оцінки ІК (побудова ієрархічного дерева логічного висновку із врахуванням обраних факторів ІК; опис лінгвістичних змінних та визначення бальної шкали для показників ІК; визначення функцій належності для вхідних та комплексних показників ІК; формування бази знань; визначення рівня ІК підприємства у бальному виразі);
- 3) побудова моделей трансформації ІК у вартісні показники діяльності підприємства (обрання показника економічної ефективності діяльності підприємства та його розрахунок; розрахунок показника ефективності використання ІК; побудова регресійних моделей залежності економічного показника від рівня сформованості ІК та ефективності його використання; обрання найкращої моделі за критеріями адекватності);
- 4) визначення кількісного взаємозв'язку між рівнем формування ІК та економічною ефективністю (згідно обраної моделі трансформації ІК у вартісні показники діяльності підприємства із врахуванням параметрів регресійного рівняння визначення зміни економічного показника при зміні рівня ІК на 1 бал; визначення необхідної зміни показника рівня ІК відповідно до цільового значення економічного показника за всіх інших рівних умов; формування цільового показника рівня ІК);
- 5) побудова моделі підбору вектора необхідних значень показників ІК для досягнення цільового значення економічного показника при виділеному бюджеті на інвестиції (підбір значень вхідних показників ІК із врахуванням критичного значення проміжних комплексних показників ІК, пріоритетності змін, мінімізації витрат);
- 6) формування вектору управлінського рішення (різниця між вектором необхідних та наявних значень вхідних показників ІК).

Входи в модель: вектор-стовпець значень показників ІК; вектор-стовпець значень показників для розрахунку ефективності використання ІК; вектор-стовпець значень показників для розрахунку економічної доданої вартості; цільове значення економічного показника; бюджет, котрий підприємство готове виділити на інвестиції в ІК.

Виходи моделі: вектор-стовпець управлінського рішення (необхідних кількісних змін показників ІК); очікуваний економічний результат внаслідок управління ІК; необхідний рівень інвестицій в ІК (з врахуванням їх мінімізації).

Етап 1

Згідно з теоремою Бернуллі, помилка репрезентативності Mg може бути розрахована, виходячи із формули [11]:

$$Mg = t \sqrt{\frac{rg}{n}}, \quad (1)$$

де t – довірчий коефіцієнт (критерій Стюдента), для заданого рівня імовірності (звичайно 0,95-0,99);

r – частка елементів вибірки, які мають задану ознаку;

q – частка елементів вибірки, які не мають такої ознаки;

n – чисельність репрезентативної вибірки.

Дані про генеральну сукупність експертів: допустима помилка репрезентативності (Mg) – 0,2; довірчий коефіцієнт (t) – 2,1; питома вага абсолютно кваліфікованих експертів (r) – 0,90; питома вага менш кваліфікованих експертів (g) – 0,1.

Отже, чисельність репрезентативної вибірки складе:

$$n = \frac{2,1^2 \cdot 0,9 \cdot 0,1}{0,2^2} = 10. \quad (2)$$

Тобто кількість експертів для нашого дослідження буде складати 10 осіб (виступили працівники трьох підприємств машинобудування).

Обрання найбільш значущих показників здійснюється за алгоритмом:

- визначення суми S_j усіх рангів R_{ij} , присвоєних групою експертів j -му параметру [12, 13 с. 37]:

$$S_j = \sum_{i=1}^m R_{ij}, \quad (3)$$

- визначення коефіцієнта значущості (вагомості) k_j (n – кількість ранжованих об'єктів; m – кількість експертів [12]:

$$k_j = \frac{m \cdot n - S_j}{0,5 \cdot m \cdot n \cdot (n-1)}, \quad (4)$$

- виділення n_0 найбільш значущих з n показників, для котрих $k_j \geq k_{кр} = 1/n$ і розраховують для них коефіцієнт значущості k_{j0} [12]:

$$k_{j0} = \frac{m \cdot n - S_j}{m \cdot n \cdot n_0 - \sum_{j=1}^{n_0} S_j}. \quad (5)$$

Для ЛК та СК $k_{кр} = 1/15 = 0,067$, для ОК $k_{кр} = 1/23 = 0,043$ та розрахунок коефіцієнта.

- визначення ступеня узгодженості думок експертів (коефіцієнт конкордації W [13]) із врахуванням суми всіх рангів S [12]:

$$W = \frac{12 S}{m^2 (n^3 - n)}. \quad (6)$$

$$S = \frac{n(n+1)}{2}. \quad (7)$$

- перевірка значущості коефіцієнта конкордації за допомогою критерія Пірсона χ^2 при кількості показників $n > 7$. $\chi^2 > \chi^2_{табл}$ (0,05 – рівень значимості; $(n-1)$ -ступені свободи) [13 с. 37]:

$$\chi^2 = Wm(n-1). \quad (8)$$

Внаслідок проведення експертного опитування для подальшого моделювання було обрано 36 показників, з яких 9 належать людському (ЛК), 17 – організаційному (ОК) та 10 – споживчому капіталу (СК) (представлені нижче). Думки експертів у обранні даних показників є узгодженими (табл. 1).

Таблиця 1. Перевірка значущості коефіцієнта узгодженості думок для складових ІК

Складові ІК	Коефіцієнт конкордації	Критерій Пірсона	
		розрахунковий	табличний
ЛК	0,788	110,32	23,685
ОК	0,776	170,72	33,924
СК	0,716	100,24	23,685

Показники, які є менш значущими для оцінки ІК підприємства та не потрапили у модель є: відношення співробітників до підприємства, частка співробітників до 40 років, частка працівників, що займаються самонавчанням, ступінь довіри працівників до керівництва, рівень здоров'я працівників, кількість наукових публікацій, частка НДДКР в обсязі робіт, вартість програмних продуктів, обсяг витрат на НДДКР, кількість нових продуктів, які розробляються, вартість комп'ютерної техніки, стабільність клієнтів, питома вага постійних клієнтів, задоволеність клієнтів, кількість підписаних контрактів, індекс конкурентоспроможності продукції, темп росту частки ринку.

Результат етапу 1: обрано 36 показників ІК, які детальніше представлені у табл. 2.

Етап 2

Внаслідок обрання найбільш значущих показників, побудовано нечітку модель комплексної оцінки ІК підприємства, яка складається з наступних етапів: визначення показників впливу на ІК та формування дерева логічного висновку, опис лінгвістичних змінних (із введенням шкали бальних оцінок із використанням експертних знань), визначення функцій належності лінгвістичних термів (трикутна для вхідних та гаусова для проміжних та комплексного показника), формування бази знань системи нечіткого висновку, побудова нечіткої моделі оцінки ІК засобами Fuzzy Logic Toolbox та аналіз отриманих результатів (використання центроїдного методу дефазифікації).

Отже, було побудовано наступну математичну модель оцінки ІК:

$$\begin{cases}
 IC = (d_i, h_T^{(d_i)}, g_T^{(d_i)}), i = 1, \dots, 36, \\
 IC = f_{IC}(HC, SC, RC), \\
 HC = f_{HC}(u_2, u_3, u_5), \\
 u_2 = f_{u_2}(u_1, d_4), \\
 u_1 = f_{u_1}(d_1, d_2, d_3), \\
 u_3 = f_{u_3}(d_5, d_6, d_7), \\
 u_5 = f_{u_5}(u_4, d_{10}), \\
 u_4 = f_{u_4}(d_8, d_9), \\
 SC = f_{SC}(u_6, u_7, u_9, u_{10}, u_{12}), \\
 u_6 = f_{u_6}(d_{11}, d_{12}, d_{13}), \\
 u_7 = f_{u_7}(d_{14}, d_{15}, d_{16}), \\
 u_9 = f_{u_9}(u_8, d_{20}), \\
 u_8 = f_{u_8}(d_{17}, d_{18}, d_{19}), \\
 u_{10} = f_{u_{10}}(d_{21}, d_{22}), \\
 u_{12} = f_{u_{12}}(u_{11}, d_{27}), \\
 u_{11} = f_{u_{11}}(d_{23}, d_{24}, d_{25}, d_{26}), \\
 RC = f_{RC}(u_{13}, u_{14}, d_{36}), \\
 u_{13} = f_{u_{13}}(d_{28}, d_{29}, d_{30}, d_{31}, d_{32}), \\
 u_{14} = f_{u_{14}}(d_{33}, d_{34}, d_{35}), \\
 \mu^T(d_i) = \begin{cases} 0, c \leq d_i \leq a \\ \frac{d_i - a}{b - a}, a < d_i \leq b \\ \frac{c - d_i}{c - b}, b < d_i < c \end{cases}, \\
 \mu^T(U) = \exp\left(-\frac{(U - h)^2}{2g_T^2}\right), \\
 U = \frac{\sum_{j=1}^k U \mu^T(U)}{\sum_{j=1}^k \mu^T(U)},
 \end{cases}
 \tag{9}$$

де T – лінгвістичний терм з множини (L, LM, M, NM, H) можливих термів вхідних змінних і з множини узагальнених та результуючої змінної;
 μ – функція належності;
 (a, c) – носії нечіткої множини – песимістична оцінка нечіткого числа трикутної функції належності;
 b – координата максимуму – оптимістична оцінка нечіткого числа трикутної функції належності;
 h – координата максимуму гаусової функції належності;
 g – коефіцієнт концентрації гаусової функції належності;
 u₁, ..., u₁₄ – проміжні комплексні показники (табл.6);
 HC, SC, RC – ЛК, ОК, СК;
 d₁, ..., d₃₆ – вхідні змінні моделі (табл.2);
 U – комплексні показники u₁, ..., u₁₄, а також HC, SC, RC, IC.

Проміжні комплексні показники u₁, ..., u₁₄, HC, SC, RC, а також результуючий IC оцінюються в бальному виразі на проміжку [0, 100], що дозволяє полегшити процес знаходження проблемних місць в структурі ІК.

Для формування нечітких логічних рівнянь формується нечітка база знань, котра є сукупністю експертно-лінгвістичних правил. Базуючись на цій базі знань, а також використовуючи центроїдний метод дефазифікації модель дає можливість отримати нечіткий логічний висновок (у вигляді бальної оцінки) рівня ІК підприємства. Побудована модель дозволяє здійснити оцінку ІК з використанням бази правил залежності вихідного показника від вхідних.

Вхідні значення показників ІК для досліджуваного підприємства та переведення їх у бали представлено у табл. 2.

Таблиця 2. Вхідні показники ІК досліджуваного підприємства у 2011 році

Показник	Позначення	Значення	Відповідні бали
Середній освітній рівень, бали	d ₁	1,58	2
Середній стаж по спеціальності на підприємстві, років	d ₂	15	5
Середній віковий рівень, років	d ₃	46	3,43
Рівень заробітної плати, грн	d ₄	1832	1,88
Середньооблікова чисельність штатних працівників, осіб	d ₅	609	3
Коефіцієнт плинності кадрів, %	d ₆	7,39	1
Частка працівників, що досягли пенсійного віку, %	d ₇	12,5	3
Частка працівників з вищою освітою серед керівників та фахівців, %	d ₈	85	2
Відсоток працівників, навчених новим професіям й підвищили кваліфікацію, %	d ₉	8,87	0,18
Витрати на навчання та підвищення кваліфікації, % від ФОП	d ₁₀	3,05	3
Вік підприємства, роки	d ₁₁	44	3
Вид продукції, бали	d ₁₂	5	5
Перехід в іншу виробничу площину при подоланні кризових явищ, бали	d ₁₃	1	1
Патенти на винаходи, од.	d ₁₄	1	1

Кількість ліцензій, од.	d ₁₅	2	1
Кількість товарних марок, од.	d ₁₆	2	1
Частка ПК із розрахунку на одного працівника серед управлінців та спеціалістів, %	d ₁₇	90	2,5
Частка ПК із доступом до Internet, %	d ₁₈	87	2,2
Наявність локальної мережі, бали	d ₁₉	1	1
Витрати на інформатизацію, % від виручки	d ₂₀	0,14	1,29
Створення високих технологій, що використовуються у виробництві, бали	d ₂₁	0	0
Використання високих технологій у виробництві, бали	d ₂₂	1	1
Впровадження нових прогресивних технологічних процесів, бали	d ₂₃	1	1
Впровадження маркетингових та організаційних інновацій, бали	d ₂₄	1	1
Кількість упроваджених інноваційних видів продукції, од.	d ₂₅	3	2
Питома вага реалізованої інноваційної продукції в обсязі промислової, %	d ₂₆	2,17	1,22
Витрати на інновації, % від виручки	d ₂₇	0,64	1,77
Кількість філій, од.	d ₂₈	1	1
Web-сайт, бали	d ₂₉	2	2
Мережа сервісних центрів, бали	d ₃₀	1	1
Кількість фірмових магазинів, од.	d ₃₁	1	1
Участь у виставках, бали	d ₃₂	1	1
Кількість країн-клієнтів, од.	d ₃₃	5	2,5
Кількість областей-споживачів, од.	d ₃₄	24	3
Частка ринку (частка підприємства в регіональному ринку), %	d ₃₅	4,4	1,44
Витрати на маркетинг та рекламу, % від виручки	d ₃₆	0,29	1,66

Джерелом інформації виступили: форма державного статистичного спостереження № 1-інновація «Обстеження інноваційної діяльності промислового підприємства», «Звіт про створення та використання високих технологій та об'єктів права інтелектуальної власності» (№ 1-технологія), «Звіт про кількість працівників, їхній якісний склад та професійне навчання» (№ 6-ПВ), «Звіт про основні показники діяльності підприємства» (№ 1 – підприємство), «Звіт про виробництво промислової продукції» (№ 1П-НПП), Web-сайт підприємства, оперативна звітність підприємства.

Результат етапу 2: отримано комплексну оцінку ІК досліджуваного підприємства у 2006-2011 роках (табл. 3).

Таблиця 3. Оцінка ІК досліджуваного підприємства машинобудування у 2006 – 2011 роках

Рік	2006	2007	2008	2009	2010	2011
IC, бали	50	57	51	57,5	49	48,4

Етап 3

Після визначення рівня сформованості ІК підприємства (IC) та рівня ефективності використання капіталу підприємства (VAIC) та його складових елементів ICE (ефективність використання ІК) та СЕЕ (ефективність використання фінансового та фізичного капіталу) за період з 2006 по 2011 рік, а також визначившись з результативним показником економічної доданої вартості (EVA), методика розрахунку яких представлена у роботі [14], занесемо їх до табл. 4.

Таблиця 4. Показники IC, VAIC, EVA у 2006-2011 роках на досліджуваному підприємстві

Рік	Показники				
	IC	ICE	СЕЕ	VAIC	EVA
2006	50	1,78337	0,33989	2,123	-218,73
2007	57	1,66723	0,35001	2,017	690,79
2008	51	1,89681	0,42137	2,318	-7,88
2009	57,5	2,44336	0,452	2,895	2566,72
2010	49	1,67712	0,37659	2,054	-917,44
2011	48,4	1,5051	0,33811	1,843	-1923,2

Тісноту взаємозв'язку пояснюючих ознак з результуючою оцінено за допомогою парного коефіцієнту кореляції (для IC - 0,8947; для ICE – 0,8934; для СЕЕ – 0,7105 та для VAIC – 0,8825). Показник СЕЕ виключений з подальшого моделювання, адже тіснота його взаємозв'язку з результуючою ознакою менша свого критичного рівня 0,8.

Наявність мультиколінеарності між пояснюючими ознаками також визначено за допомогою парного коефіцієнту кореляції (для IC та ICE він становить 0,6342; для IC та VAIC – 0,6215), що свідчить про її відсутність, адже тіснота взаємозв'язку менша свого критичного рівня 0,8.

Отже, було побудовано наступні моделі трансформації ІК у економічну додану вартість (табл. 5).

Таблиця 5. Моделі трансформації ІК у показник EVA

Номер моделі	Модель виду:	R ²
1	Лінійна (однофакторна) парна $EVA_t = -17545,7 + 337,0541 IC_t$	0,8005
	Лінійна (двохфакторна) $EVA_t = -15390,7 + 206,7877 IC_t + 2536,303 ICE_t$	
2	Лінійна (двохфакторна) $EVA_t = -15895,6 + 212,5121 IC_t + 2193,891 VAIC_t$	0,9782
	Лагова $EVA_t = -27226,8 + 398,3332 IC_t + 120,3068 IC_{t-1}$	
3	Лагова $EVA_t = -27226,8 + 398,3332 IC_t + 120,3068 IC_{t-1}$	0,8922
	Логарифмічна $EVA_t = 17941 \ln(IC_t) - 70867$	
4	Логарифмічна $EVA_t = 17941 \ln(IC_t) - 70867$	0,8050
	Поліноміальна (поліном другого ступеня) $EVA_t = -37912 IC_t^2 + 4371,3 IC_t - 124289$	
5	Поліноміальна (поліном другого ступеня) $EVA_t = -37912 IC_t^2 + 4371,3 IC_t - 124289$	0,8264
	Поліноміальна (поліном третього ступеня) $EVA_t = 62,454 IC_t^3 - 9831,6 IC_t^2 + 515061 IC_t - 9E+06$	
6	Поліноміальна (поліном третього ступеня) $EVA_t = 62,454 IC_t^3 - 9831,6 IC_t^2 + 515061 IC_t - 9E+06$	0,9944

Таким чином, аналізуючи якість моделей за R² (коефіцієнтом детермінації), найкращими є моделі 2, 3 (як уже було зазначено вище) та модель 7. Поліном третього ступеня досить добре описує існуючу взаємозалежність, проте при прогнозуванні економічного показника демонструє різкі підйоми показника. Це пояснюється тим, що поліном враховує два екстремуми та не передбачає можливу наявність третього, тому дану модель для відображення чіткого логічного взаємозв'язку відкинуто.

У ролі результуючих моделей доцільно зупинитися на 2 та 3. Це пояснюється тим, що економічні результати діяльності підприємства впливає не лише рівень сформованості ІК, а й ефективність його використання. Більш доцільним у якості результуючої моделі обрати модель 3, яка враховує показник VAIC, який відображає ефективність використання ІК та всього інвестованого капіталу, тобто зупинимося на моделі 3 (модель відповідає усім перевіркам на адекватність: коефіцієнт парної кореляції - 0,986998; коефіцієнт детермінації - 0,974166; розраховане значення F- критерію Фішера - 56,56283; табличне значення F- критерію Фішера - 0,004152; розраховане значення T-критерію Стюдента для першого параметра - 4,762323; для другого параметра - 4,490553; табличне значення T-критерію Стюдента; середньоквадратичне відхилення - 223,94).

Результат етапу 3: побудовано моделі відображення процесу трансформації ІК у економічні результати діяльності підприємства та в якості результуючої обрано модель

$$EVA = -15895,6 + 212,5121 IC + 2193,891 VAIC.$$

Етап 4

Оскільки цільове значення показника EVA дорівнює значенню 2007 року, тобто 690,8 тис. грн. (необхідне зростання показника складає $2614 = 690,8 + 1923,2$) та завданням моделі є спроба повторення ситуації 2009 року (виділений бюджет на додаткові інвестиції у розмірі 400 тис. грн), в якому рівень EVA в порівнянні з 2008 роком зріс на 2574,6 тис. грн., тому згідно обраної моделі необхідно визначити кількісний взаємозв'язок між цільовим значенням EVA та необхідним рівнем ІК.

В якості цільової функції був прийнятий рівень EVA, який залежить лише від регульованого фактору рівня сформованості ІК. Отже, збільшення показника рівня формування ІС на 1 бал спричинить збільшення EVA на 212,5 тис. грн (про що свідчить коефіцієнт при ІС) за всіх інших однакових умов.

При розрахунку необхідного рівня ІК потрібне врахування СКВ (неточності) моделі, яке складає 223,94. Тому до необхідного рівня зростання EVA добавимо й цю суму, аби врахувати ризик неточного взаємозв'язку між ІС та EVA, відображеного у моделі.

Отже, впливає, що збільшити EVA до свого цільового значення за рахунок ІК можна шляхом збільшення показника ІК з 48,4 балів на 13,4 бали ($(2614+223,94):212,5$), тобто необхідний рівень ІК повинен складати не менше 61,8 балів.

Результат етапу 4: визначено, що для досягнення показника економічної доданої вартості цільового значення 690,8 тис. грн. необхідно, аби показник рівня ІК становив не менше 61,8 балів при врахуванні бюджету на інвестиції в ІК у розмірі 400 тис. грн.

Етап 5

Структура алгоритму пошуку необхідних значень показників ІК представлена на рис. 2.

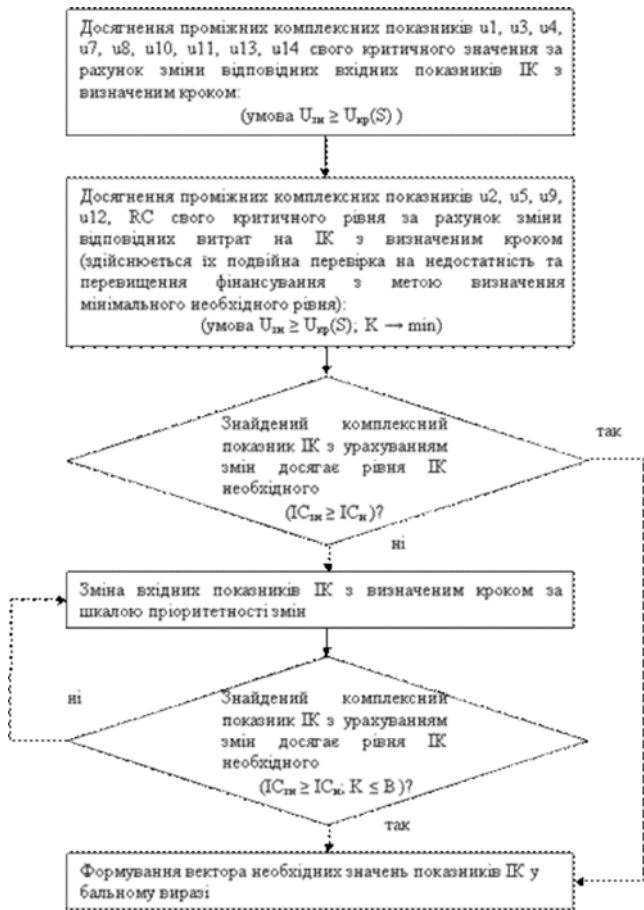


Рис. 2. Алгоритм підбору вектора необхідних змін показників ІК

Модель підбору вектора необхідних значень показників ІК згідно зазначеного алгоритму передбачає застосування пакету Matlab/Simulink та побудови блочної моделі оцінки ІК (рис. 3) із застосуванням нечіткого логічного контролера. Дана модель допомагає візуалізувати проведені розрахунки та прослідкувати хід моделювання. Підбір вектора необхідних значень показників ІК здійснюється на основі алгоритму та реалізується у m-файлі, який управляє Simulink-моделлю, поетапно змінюючи вхідні показники з певним кроком, здійснює перевірку на мінімізацію витрат та враховує обмеження моделі при пошуці оптимального вектора показників ІК для досягнення необхідного рівня ІК. Модель дозволяє прослідкувати результати кожної ітерації, записуючи їх у файл MS Excel. При виконанні усіх умов модель видає вектор необхідних значень показників ІК.

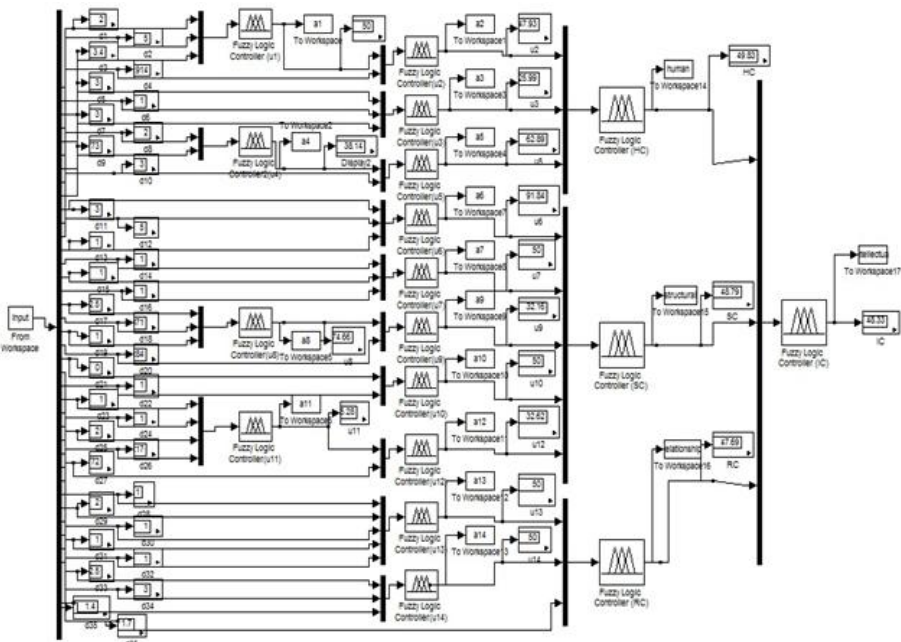


Рис. 3. Simulink-модель комплексної оцінки ІК підприємства

На першому етапі критичним значенням узагальнених комплексних показників є значення на рівні середнього (50 балів).

Як видно з табл. 6, необхідно провести зміни показників: u_2 (47,9 балів) до 50 балів; u_3 (26 балів) до 50 балів; u_4 (38,1 балів) до 50 балів; u_9 (32,4 балів) до 50 балів; u_{11} (26,3 балів) до 50 балів; u_{12} (32,6 балів) до 50 балів; u_{13} (48 балів) до 50 балів.

Таблиця 6. Проміжні та результуючий комплексні показники досліджуваного підприємства у 2011 році

Розраховані показники	Позначення	Бали
Головні показники	u_1	50,0
Взаємозалежність рівня мотивації та основних показників	u_2	47,9
Структура і рух персоналу	u_3	26,0
Показники навчання	u_4	38,1
Рівень навчання персоналу	u_5	62,9
Людський капітал	HC	49,8
Діяльність підприємства	u_6	91,8
Об'єкти інтелектуальної власності	u_7	50,0
Комп'ютеризація	u_8	74,7
Інформаційна система	u_9	32,4
Високі технології	u_{10}	50,0
Інновації	u_{11}	26,3
Інноваційний рівень	u_{12}	32,6
Організаційний капітал	SC	49,0
Зв'язки з клієнтами	u_{13}	48,0
Ринок збуту	u_{14}	50,0
Споживчий капітал	RC	47,6
Інтелектуальний капітал	IC	48,4

Для підвищення вказаних проміжних комплексних показників необхідно змінити такі показники вектора вхідних значень у бальному виразі (випливає зі структури комплексних показників, а зміна проводиться з кроком 0,1; 0,5 та 1 бал): d_4 (1,9→2,5); d_6 (1→0,5); d_7 (3→2); d_9 (0,18→0,5); d_{20} (1,3→2); d_{26} (1,2→2); d_{29} (2→3).

Ці зміни відображені у табл. 7, де показано вектор наявних вхідних та вектор необхідних вхідних значень показників ІК.

Таблиця 7. Необхідні зміни показників ІК підприємства

Показник	U (бали)	Вхідні значення (бали)	Проміжні комплексні показники (бали)	Зміна	Необхідні значення (бали)	Знайдені проміжні комплексні показники (бали)
d_1	(1-5)	2	$u_1=50$	-	2	$u_1=50$
d_2	(1-5)	5		-	5	
d_3	(1-4)	3,4		+	3,4	
d_4	(1-3)	1,9	$u_3=26$	-	2,25	$u_3=50,5$
d_5	(1-3)	3		max (-)	3	
d_6	(0-1)	1		min (+)	0,5	
d_7	(1-3)	3	$u_4=38,1$	min (+)	2	$u_4=50,5$
d_8	(1-3)	2		med (-)	2	
d_9	(0-1)	0,18		Lmed (+)	0,5	
d_{10}	(1-3)	3	$u_5=62,9$	-	3	$u_5=72,7$
d_{11}	(1-3) const	3		-	3	
d_{12}	(1-5) const	5		-	5	
d_{13}	(0,1) const	1	$u_6=91,8$	-	1	$u_6=91,8$
d_{14}	(0,1,2)	1		-	1	
d_{15}	(0,1,2)	1		-	1	
d_{16}	(0,1,2)	1	$u_7=50$	-	1	$u_7=50$
d_{17}	(1-3)	2,5		-	1	
				$u_8=74,7$ $u_9=32,4$	-	

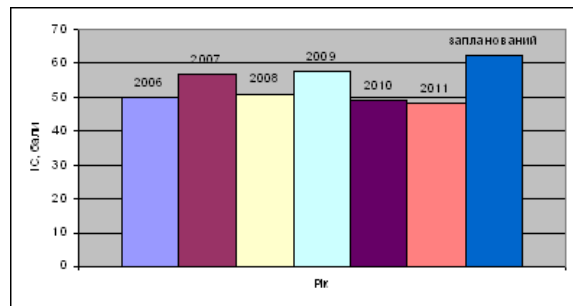


Рис. 4. Порівняння фактичних даних рівня ІК та рівня ІК внаслідок управління на досліджуваному підприємстві

Дані зміни дозволяють досягнути значення показника EVA, згідно побудованої моделі, на рівні 839,55 тис. грн (0,7*212,5+690,8) (рис. 5).

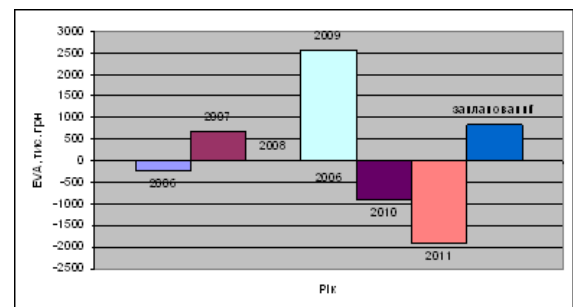


Рис. 5. Порівняння фактичних значень показника EVA та запланованого його рівня внаслідок управління на досліджуваному підприємстві

Комплексна модель управління ІК підприємства може бути адаптована для підприємств іншої галузі та для інших систем.

Програма реалізація комплексної моделі управління ІК підприємства

Для автоматизації розрахунків необхідна програмна реалізація запропонованої комплексної моделі. Алгоритм програмної реалізації представлений у табл. 9.

Таблиця 9. Алгоритм програмної реалізації комплексної моделі управління ІК промислових підприємств в середовищі Visual Basic for Applications з використанням MS Excel 2003, MatlabR2012a (пакет нечіткої логіки Fuzzy Logic Toolbox, пакет розширення Simulink)

Номер етапу	Зміст етапу
1	Виведення форми для вводу вхідних даних показників ІК
2	Автоматичне перенесення даних в файл MS Excel
3	Автоматичне обрахування показників ІК у натуральному вимірі в файлі MS Excel
4	Автоматичне переведення значень показників ІК у бали
5	Використання вектору вхідних даних показників ІК засобами Matlab/Simulink
6	Запис в файл MS Excel результатів оцінки комплексного показника ІК та комплексних проміжних показників
7	Виведення форми для вводу вхідних даних показників EVA
8	Автоматичне перенесення даних в файл MS Excel
9	Розрахунок показника EVA
10	Виведення форми для вводу вхідних даних показника VAIC
11	Автоматичне перенесення даних в файл MS Excel
12	Розрахунок показника VAIC
13	Виведення форми результатів моделювання із запитом про цільове значення показника EVA та розмір виділеного бюджету на здійснення інвестицій
14	Визначення цільового рівня ІК для досягнення мети за методологією регресійного аналізу
15	Підбір за зазначеним алгоритмом вектора необхідних значень показників ІК для досягнення економічної цілі у балах за допомогою Simulink-моделі та здійснення управління з m-файлу
16	Автоматичне переведення значень показників ІК з балів у натуральний вимір
17	Знаходження вектора різниці між необхідними та наявними показниками ІК, тобто вектора управлінського рішення
19	Обрахування можливого рівня показника EVA з урахуванням управління ІК
20	Виведення форми для користувача про необхідні зміни показників ІК, досягнутий при цьому рівень показника EVA, необхідні витрати та економічний ефект

Висновки і перспективи подальших досліджень

1. Чисельна реалізація економіко-математичної комплексної моделі управління дає змогу отримувати конкретні числові значення необхідних змін показників ІК для досягнення цільового значення економічного показника із врахуванням мінімізації витрат (формування рекомендацій).
2. Програмна реалізація дозволяє автоматизувати розрахунки та бути зручною у використанні.
3. Подальші дослідження будуть пов'язані з адаптацією розробленої комплексної моделі управління ІК для підприємств інших галузей та для інших систем.

Література

1. Чайковська І. І. Комплексна модель управління інтелектуальним капіталом підприємства / І. І. Чайковська // Економічний часопис – XXI. – 2012. - № 7-8. – С. 75-79.
2. Чайковська І. І. Управління інтелектуальним капіталом промислових підприємств / І. І. Чайковська // Вісник Хмельницького національного університету. Серія «Економічні науки». – 2012. - Т.3(192). – № 5. - С.197-201.
3. Бауліна Т. В. Графоаналітична модель процесу управління інтелектуальним капіталом підприємства / Т. В. Бауліна // Економіка промисловості. – 2008. - № 2. – С. 53-60.
4. Лялин В. Е. Нечеткий и дифференциальный подходы к моделированию интеллектуального капитала организации / В. Е. Лялин, А. Д. Воловник // Искусственный интеллект. – Донецк : Наука і освіта, 2006. - № 3. - С. 429-435.
5. Дишкант М. В. Моделювання управління нематеріальними активами на підприємстві: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук : 08.03.02 / М. В. Дишкант ; Київ. нац. екон. ун-т. — К., 2003. — 20 с.
6. Журавльова І. В. Застосування теорії нечітких множин до задач управління інтелектуальним споживчим капіталом / І. В. Журавльова // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Економічна. – Донецьк : ДонНТУ, 2008. – Вип. 33-2. - С. 126-131.
7. Журавльова І. В. Бізнес-моделювання стратегічного управління інтелектуальним капіталом підприємства / І. В. Журавльова // Вісник економіки транспорту і промисловості : зб. наук. праць. – 2009. – № 28. – С. 142-145.
8. Порохня В.М. Моделювання впливу інтелектуального капіталу на інноваційний розвиток підприємства : монографія / В.М. Порохня, В.О. Лось. – Запоріжжя : КПУ, 2010. – 176 с.

9. Селезнев Е. Н. Интеллектуальный капитал как объект управления [Электронный ресурс] / Е. Н. Селезнев // Справочник экономиста. - 2007. - № 2. - Режим доступа: http://profiz.ru/se/2_2007/intelkapital/ (дата обращения 18.06.2012).
10. Фасхиев Х. А. Модель управления интеллектуальным капиталом предприятия / Х. А. Фасхиев // Менеджмент инноваций. – 2011. - № 2 (14). – С. 134-154.
11. Титаренко Г. Б. Вибір експертів у дослідженнях методології та організації бухгалтерського обліку, контролю та аналізу / Г. Б. Титаренко, М. Д. Корінько // Актуальні проблеми економіки. — 2010. — N 7. — С. 270-277.
12. Ковалева В. В. Системы управления полиграфическим предприятием [Электронный ресурс] / В. В. Ковалева, Ю Н. Самарин // Компьюарт. - 2007. - № 12. - С. 59-65. - Режим доступа: <http://www.compuart.ru/article.aspx?id=18490&iid=856> (дата обращения : 15.11.2011).
13. Тинякова В. И. Математические методы обработки экспертной информации : учеб.-метод. пособ. / В. И. Тинякова. – Федеральное агентство образования РФ, Воронежский гос. ун-т, 2006. – 68 с.
14. Чайковская И. И. Интеллектуальный капитал и экономические результаты деятельности предприятия / И. И. Чайковская // Научное обозрение. – 2013. - № 1. – С. 358-363.

Стаття надійшла до редакції 19.04.2013 р.



ТОВ "ДКС Центр"