

УДК 330.14:658.382

I. I. Чайковська,
аспірантка кафедри автоматизованих систем
і моделювання в економіці
Хмельницького національного університету



КОМПЛЕКСНА МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИМ КАПІТАЛОМ ПІДПРИЄМСТВА

У статті розроблено та обґрунтовано модель управління інтелектуальним капіталом підприємства із використанням методів регресійного аналізу, лагової моделі, нечіткої логіки та імітаційного моделювання.

Ключові слова: інтелектуальний капітал, додана вартість, модель управління інтелектуальним капіталом, імітаційна модель.

I. I. Chaikovskaya
**КОМПЛЕКСНАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМ КАПИТАЛОМ
ПРЕДПРИЯТИЯ**

В статье разработана и обоснована модель управления интеллектуальным капиталом предприятия с использованием методов регрессионного анализа, лаговой модели, нечеткой логики и имитационного моделирования.

Ключевые слова: интеллектуальный капитал, добавленная стоимость, модель управления интеллектуальным капиталом, имитационная модель.

I. I. Chaikovska
**COMPLEX MANAGEMENT MODEL
OF THE ENTERPRISE INTELLECTUAL
CAPITAL**

In the article the management model of the intellectual capital is developed and grounded with the use of regression analysis, lagged model, fuzzy logic and simulation modeling.

Key words: intellectual capital, value added, management model of the intellectual capital, simulation model.

Постановка проблеми. Управління інтелектуальним капіталом (ІК) підприємства є досить актуальним питанням сьогодення, адже дозволяє суб'єктам господарювання підвищити свою конкурентоспроможність, досягти кращих економічних результатів, посилити стійкість під час кризових явищ на ринку. Головною проблемою в управлінні ІК й досі залишається практична сторона, що пов'язано із неоднозначним розумінням сутності та структури ІК, методів його вимірювання, особливостей залежно від галузевої приналежності підприємств, а також трансформації ІК у вартісні результати діяльності підприємства. Одним із можливих варіантів вирішення зазначеної проблеми є застосування економіко-математичного моделювання, результати якого дадуть можливість приймати обґрунтовані управлінські рішення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. До науковців, які пропонують різні методи економіко-математичного моделювання у вирішенні завдань управління ІК, належать Бауліна Т. В. [1], Воловник А. Д. [2], Дишкант М. В. [3], Журавльова І. В. [4; 5], Фасхiev X. A. [6]. Проте у науковців відсутня комплексна оцінка особливостей ІК, його структури, глибинне обґрунтування змін, які необхідно здійснити, та результатів, що будуть отримані в результаті їх проведення, а також управління на рівні працівника, підрозділу і підприємства [7].

Мета статті – побудова та обґрунтування моделі управління ІК підприємства із використанням методів економіко-математичного моделювання.

Основні результати дослідження. Виходячи з того, що моделювання базується на методології системного аналізу, яка дає змогу досліджувати систему, що проектується або аналізується, за технологією операційного дослідження, до основних початкових етапів моделювання процесів управління ІК підприємства відносяться [8, с. 41]: формулювання проблеми та змістовне окреслення завдання, формування концептуальної моделі, розроблення програмної реалізації моделі. Дослідженню саме цих етапів моделювання присвячена стаття.

Головною метою управління ІК підприємств є досягнення бажаних економічних результатів завдяки змінам у структурі ІК та процесах його формування і використання. Тому основними проблемами, які виникають із поставленого завдання, є відображення взаємозв'язку між ІК та економічними показниками діяльності підприємства, а також оцінка ІК і його складових (людський, організаційний, споживчий капітал) [9] з урахуванням рівня працівника, підрозділу та підприємства з метою знаходження проблемних місць для їх усунення.

Важливим етапом у технології моделювання є розроблення концептуальної моделі – абстрактної моделі, яка дає змогу виявити причинно-наслідкові зв'язки, властиві досліджуваному об'єкту в межах, визначених цілями дослідження [8, с. 41].

Таким чином, на основі попередніх досліджень, присвячених ІК як економічній категорії [10], його складовим і місцю у структурі капіталу підприємства [9], механізму формування та управління ІК [11; 12], синергетичному ефекту ІК [13], підходам до моделювання процесів управління ІК [7], формуванню комплексної оцінки ІК підприємства [14], а також аналізу основних концепцій перетворення ІК у фінансові результати діяльності підприємства [15], пропонуємо таку концептуальну модель (рис. 1), яка показує взаємозв'язок між економічними показниками і комплексним показником ІК, розглядає ІК як динамічну та статичну систему, полегшує пошук проблемних місць для їх усунення, визначає цільову функцію і враховує обмеження для визначення найкращого варіанту досягнення бажаного економічного ефекту для оптимізації управління ІК підприємства й містить комплекс підмоделей із застосуванням регресійного аналізу, лагової моделі, нечіткої логіки та імітаційного моделювання. Проаналізуємо цю модель докладніше.

Стратегія підприємства. Модель передбачає врахування стратегії і цілей підприємства, галузевих особливостей функціонування, що впливає на обрання економічних показників діяльності підприємства як цільової

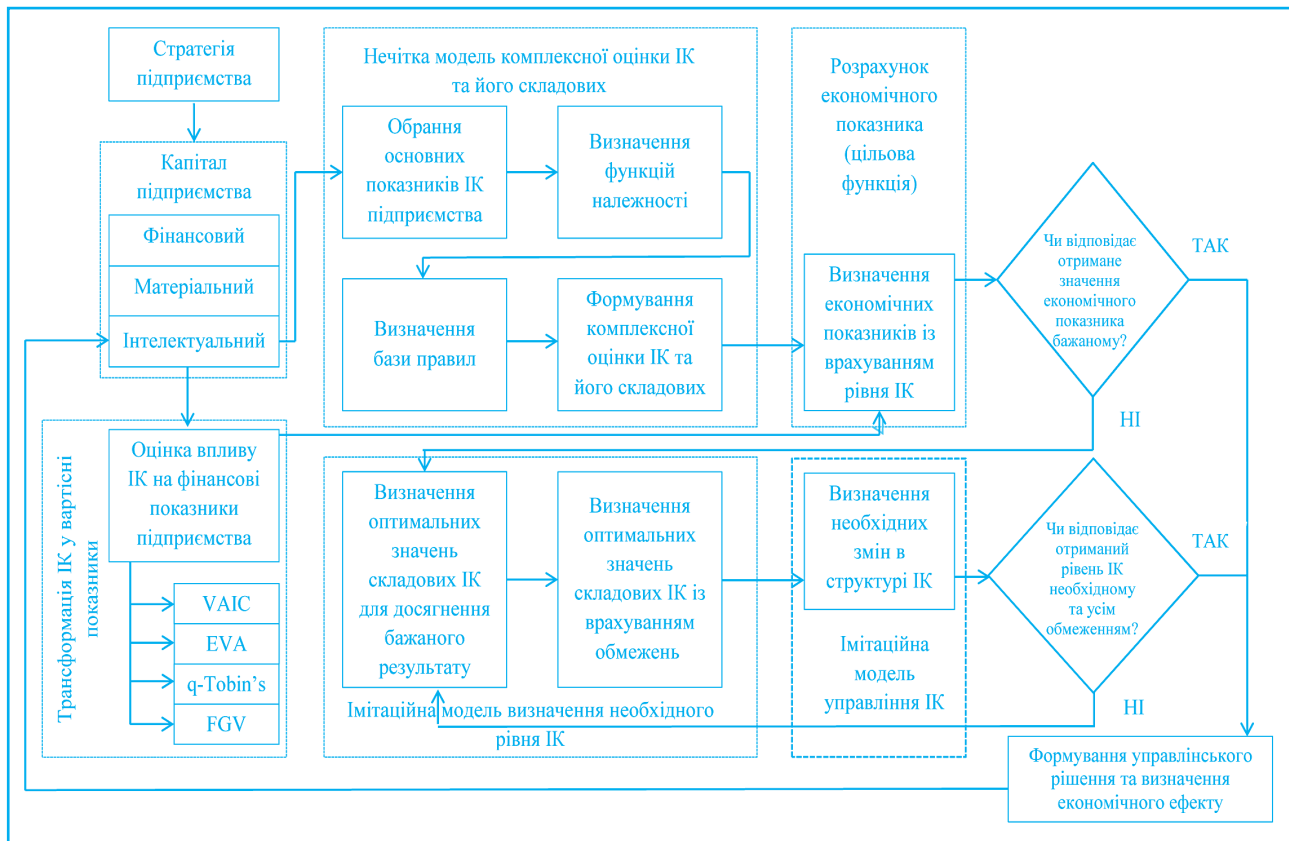


Рис. 1. Концептуальна модель управління ІК підприємства

Джерело: Розроблено автором за [16]

функції, а також різну важливість складових ІК. Цільовою функцією управління ІК є досягнення бажаного економічного ефекту шляхом мінімізації витрат:

$$L = (Y_{n_i} - Y_i) \rightarrow \min, \quad (1)$$

за умови:

$$\begin{cases} \sum K_{v_i} \leq D_i \\ \sum K_{v_i} \rightarrow \min \end{cases}$$

де L – цільова функція досягнення максимального економічного результату; Y_{n_i} – необхідне значення обраного економічного показника Y на i -му підприємстві; Y_i – значення обраного економічного показника Y на i -му підприємстві; $\sum K_{v_i}$ – витрати на досягнення необхідного значення обраного економічного показника Y на i -му підприємстві; D_i – бюджет, який i -те підприємство може витратити на досягнення необхідного значення обраного економічного показника Y .

Капітал підприємства. Модель враховує, що у структурі капіталу підприємства, окрім фінансового та матеріального, важливе місце належить інтелектуальному капіталу [9], який здатен генерувати вартість завдяки компетентності та професіоналізму персоналу, наявності загальнонаукових, технологічних, економічних знань, інформаційних технологій, програмного забезпечення, баз даних, ринкових активів/ За умови вдалого управління ІК результат виявиться у підвищенні продуктивності, знаходженні нових каналів та ринків збуту, максимізації ефективності використання ресурсів, підвищенні ринкової вартості підприємства тощо.

Трансформація ІК у вартісні показники. Для оптимізації управління ІК підприємства необхідно дослідити процес його трансформації в додану вартість, що є основною властивістю ІК як економічної категорії [10]. Оскільки це питання є найбільш проблемним та дискусійним серед науковців, тому для його вирішення доцільно використання регресійного аналізу. Регресійна модель описує об'єктивні кореляційні зв'язки між явищами і дозволяє визначити

взаємозалежність між показниками ІК та показником доданої вартості підприємства.

Виходячи з того, що існує багато показників виміру доданої вартості на підприємстві, та невідомо, який із них найкраще відображає трансформацію ІК у вартісні результати діяльності підприємства, необхідним є перевірка кожного з них на щільність взаємозв'язку із показниками ІК. До фінансових результатів діяльності підприємства, які можуть відображати змістовну інтелектуальну складову, найчастіше науковці відносять *EVA*, *VAIC*, *RAVE*, *q*-Тобіна, *FGV*. Вони докладно проаналізовані в роботі [15]. Водночас, можливими є показники прибутковості, відношення ринкової вартості до балансової вартості чистих активів.

Можливість послуговуватися методами регресійного аналізу при розгляді ІК як динамічної системи дозволяє використовувати узагальнені показники ІК на підприємстві за останні роки (середній рівень зарплати, плинність кадрів, середній стаж роботи, середній рівень освіти, кількість ліцензій, патентів на винаходи, впроваджених інновацій, підписаних контрактів, частка ринку та ін.), прослідкувати їх вплив на економічний показник, дослідити залежність економічних показників від інтегрального показника ІК.

Таким чином, блок «Оцінка впливу ІК на фінансові показники підприємства» передбачає побудову багатofакторної регресійної моделі з урахуванням впливу кожного з показників ІК, а також використання коефіцієнту кореляції. Регресійна залежність матиме вигляд:

$$Y_i = f(x_1, x_2, \dots, x_n) + e, \quad (2)$$

де Y_i – обраний економічний показник діяльності i -го підприємства; x_1, x_2, \dots, x_n – показники ІК; e – помилка спостереження.

Більшість функцій шляхом перетворень може бути зведена до лінійної форми [17, с. 14]. Якщо вважати, що зв'язок між показниками ІК та економічним показником лінійний, то залежність набуде такого вигляду:

$$Y_i = \alpha_0 + \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \dots + \alpha_n x_n + e, \quad (3)$$

де a_0 – вільний член; a_1, a_2, \dots, a_n – параметри моделі, які оцінюються за методом найменших квадратів.

Окреслена залежність дозволить проаналізувати, яким чином кожен із показників ІК впливає на результуючий показник (за допомогою величини та знаку параметрів моделі).

Проте цієї взаємозалежності замало. Необхідно показати вплив інтегрального показника ІК на економічний результат діяльності, адже він допомагає врахувати синергетичний ефект складових ІК [13]. У цьому випадку регресійна модель матиме такий самий вигляд (формули 2, 3), проте буде однофакторною (показники ІК відображатимуться єдиним показником комплексної оцінки ІК).

Однією з особливостей ІК є те, що інвестиції в нього та зміна певних складових відбиваються на економічних показниках не одразу, а з деяким запізненням, тобто спостерігається розподілений у часі ефект дії. Таке явище називається лагом та пояснює необхідність побудови лагової моделі.

У загальному випадку однофакторна дистрибутивно-лагова модель матиме вигляд:

$$Y_t = \alpha + \beta_0 X_t + \beta_1 X_{t-1} + \dots + \beta_T X_{t-T} + e_t, \quad (4)$$

де індекс t показує поточне значення інтегрального показника ІК, $(t-1)$ – значення за попередній рік і т. д. Коефіцієнт β_0 – короткостроковий мультиплікатор. Він відображає вплив комплексного показника X на економічний результат Y у поточний момент часу. Якщо зміна значення X триває, то сума $(\beta_0 + \beta_1)$ показує зміну Y в наступний період часу і т. д. Індекс T показує глибину лагу [17, с. 31].

Після порівняння звичайної однофакторної та лагової моделей обирається краща за сумою квадратів лишків. Таке порівняння дозволяє обґрунтувати доцільність обрання результуючої моделі залежності економічного показника від інтегральної оцінки ІК для застосування на подальших етапах моделювання у випадку знаходження необхідного значення комплексного показника ІК для отримання необхідного економічного ефекту. Цей метод дає змогу відібрати найбільш вдалий показник або показники економічного результату, які відображають перетворення ІК у додану вартість та реагують на зміну його структурних елементів.

Нечітка модель комплексної оцінки ІК та його складових. Для управління, знаходження проблемних місць та їх усунення, покращання результату діяльності підприємства і позицій на ринку, підвищення конкурентоспроможності та посилення стійкості під час кризових явищ завдяки ефективному використанню ІК наведених вище показників і взаємозв'язків між ними недостатньо. Очевидно, що ІК підприємства потрібно розглядати не лише з позицій минулого, а насамперед з огляду на вимоги сьогодення. Найкраще для цього застосовувати апарат нечіткої логіки. У роботі [14] запропоновано комплексну оцінку ІК на базі нечіткої логіки на рівні працівника, підрозділу та підприємства.

Згідно із запропонованою методикою, ІК є комплексною оцінкою і представлений співвідношенням:

$$IK = f_{IK}(LK, OK, CK), \quad (5)$$

де IK – інтегральна (комплексна) оцінка інтелектуального капіталу; LK – людський капітал; OK – організаційний капітал; CK – споживчий капітал підприємства.

Кожна зі складових ІК теж є комплексною оцінкою і представлена функціональною залежністю від її складових нижчого рівня. У кінцевому результаті можна прослідкувати залежність ІК від вхідних показників x_1, x_2, \dots, x_n :

$$IK = f_{IK}(x_1, x_2, \dots, x_n). \quad (6)$$

Необхідним є також співставлення комплексного показника за допомогою нечіткої логіки (за останній рік) із отриманим інтегральним показником ІК у процесі використання узагальнених (найбільш інформативних) показників при розгляді динаміки ІК та його використання в залежності між ІК та економічним результатом у регре-

сійній і лаговій моделях, що буде відображено в наступних дослідженнях.

Описані моделі дозволяють знайти оптимальне значення інтегрального показника ІК та його складових для збільшення економічного результату на визначену відсоткову частку (*блок розрахунку економічного показника*). Далі в моделі запропонована перевірка умови на відповідність необхідного та наявного рівня ІК.

Умова 1. Концептуальна модель передбачає перевірку умови, чи відповідає значення економічного показника та показника рівня ІК бажаному. Якщо так, то приймається рішення про недоцільність втручання у структуру і використання ІК. У протилежному випадку відповідно до отриманих залежностей визначається рівень ІК для досягнення бажаного результату, а також визначення оптимальних значень складових ІК з урахуванням обмежень.

Визначення необхідного рівня ІК із використанням імітаційного моделювання. Для визначення оптимальних значень складових ІК для отримання бажаного економічного ефекту доцільним є використання імітаційного моделювання.

Спершу необхідно визначити комплексний показник ІК на основі нечіткої логіки. Для цього пропонується пакет *Matlab/Simulink* [18], який дозволяє використовувати побудовані системи нечіткого виведення. Це зображено на *рис. 2* на основі прикладу, наведеного в роботі [14]. Модель передбачає не введення показників ІК, а генерування їх за допомогою ГВЧ у певних межах та їх округлення для всебічного спостереження змін впливу вхідних показників ІК на його комплексний показник.

Модель дає можливість прослідкувати за значеннями всіх проміжних показників, показати зміни рівня ІК залежно від зміни певних вхідних значень та їх підбір для отримання необхідного інтегрального показника ІК з метою досягнення бажаних економічних результатів.

Оскільки варіантів вектора вхідних даних для досягнення необхідного рівня ІК може бути декілька, тому обирається найбільш реальний та найменш витратний.

Отже, завданням цього блоку є пошук оптимальних вхідних значень для досягнення необхідного рівня ІК за мінімізації витрат, які не повинні перевищувати виділений бюджет.

Модель управління ІК із використанням імітаційного моделювання. Модель передбачає визначення необхідних змін у структурі ІК. Це здійснюється шляхом порівняння вектора вхідних значень для досягнення необхідного рівня ІК з урахуванням обмежень та вектора наявних вхідних значень. Цільовою функцією є мінімізація різниці між цими векторами. До того ж тут з'являється ще одна умова – принцип зворотного зв'язку, який полягає в тому, що отриманий економічний ефект має перевищувати витрати на проведення змін у структурі ІК, а також значення кожного вхідного показника ІК X_n має бути не меншим його критичного значення для успішного функціонування всієї системи ІК.

Отже, модель управління матиме вигляд:

$$L = \sum (X_n n_i - X_{ni}) \rightarrow \min \quad (7)$$

за умови:

$$\begin{cases} \sum K_{Y_i} \leq D_i \\ \sum K_{Y_i} \rightarrow \min \\ X_{ni} \geq X_{m\text{кр}} \\ \Delta Y_i > D_i \end{cases}$$

де $X_n n_i$ – необхідне значення n -го вхідного показника ІК X на i -му підприємстві для досягнення бажаного економічного результату;

X_{ni} – значення n -го вхідного показника ІК X на i -му підприємстві;

$\sum K_{Y_i}$ – витрати на досягнення необхідного значення обраного економічного показника Y на i -му підприємстві;

D_i – бюджет, який i -те підприємство може витратити

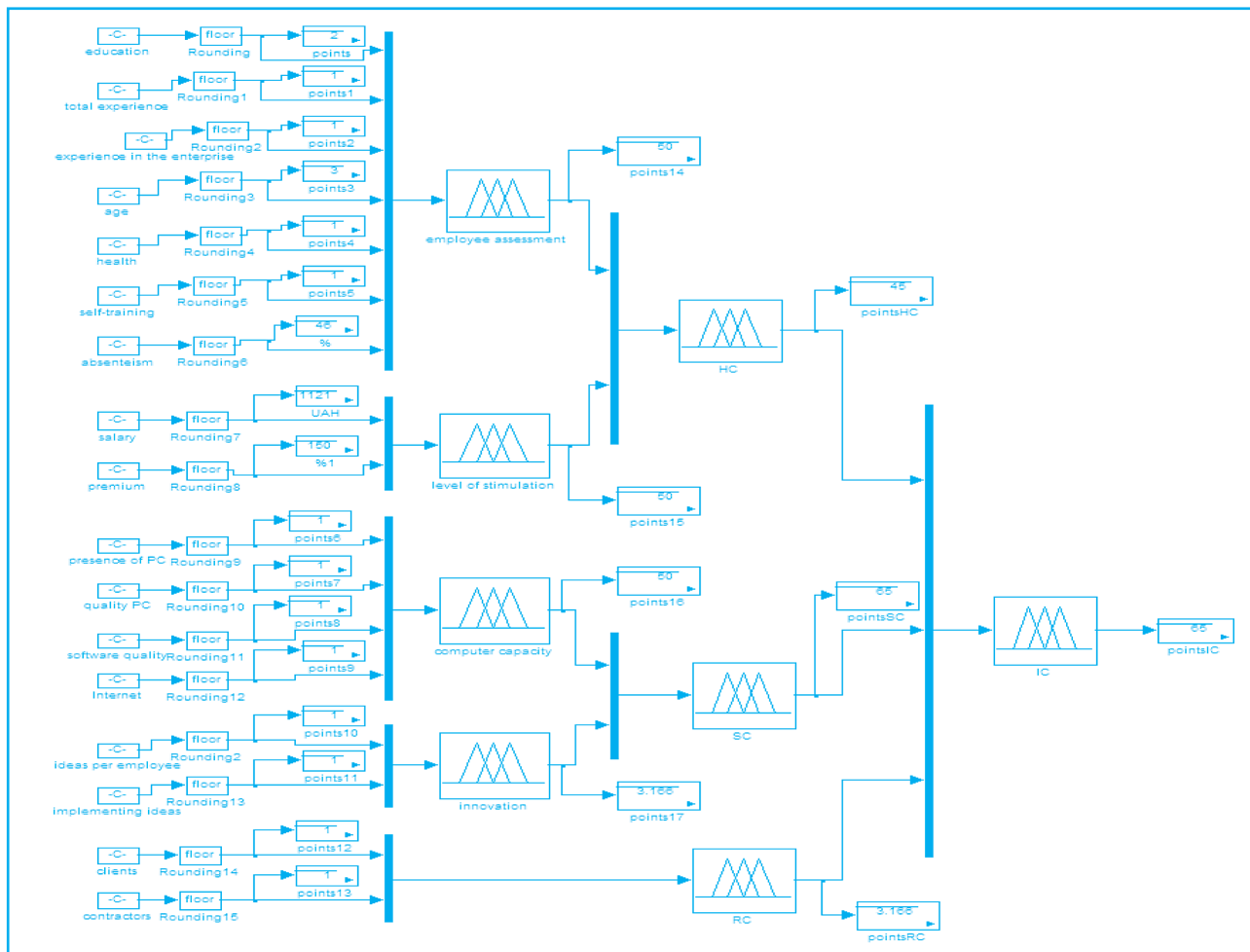


Рис. 2. Simulink-модель оцінки ІК на рівні співробітника

Джерело: Складено автором

на досягнення необхідного значення обраного економічного показника Y ;

$X_{n,kr}$ – критичне значення n -го вхідного показника ІК X на i -му підприємстві;

ΔY_i – отриманий економічний ефект.

Модель відбиває мету, що полягає в мінімізації відхилення бажаного значення економічного показника підприємства від наявного завдяки комплексній оцінці ІК та відповідних йому вхідних показників.

Умова 2. Здійснюється перевірка на відповідність інтегрального рівня ІК необхідному та всім обмеженням. Якщо результат позитивний, то слід прийняти управлінське рішення щодо впровадження вказаних змін, якщо ж ні, то повторити процедуру, починаючи із визначення оптимальних значень складових ІК.

Серед засобів програмування, за допомогою яких буде реалізовано модель, найбільш зручним є експорт даних між *Excel-Matlab* із використанням *Excel Link*. А в *Matlab* необхідно застосувати *Fuzzy Logic Toolbox*, *Simulink*, *m*-файли. Використання *Fuzzy Logic Toolbox* для визначення комплексного показника ІК на рівні працівника, підрозділу та підприємства представлено в роботі [14], на основі якої побудовано модель оцінки ІК, що виконана у *Simulink* (рис. 2).

Особливостями цієї моделі є: використання *Fuzzy Logic Controller*; підбір вхідних результатів для отримання бажаного вихідного; використання команди *readfis* для імпорту *fis*-структур у робочу зону *Work Space*; генерація випадкових чисел за допомогою блоків *Const*, *Fcn*, *Matlab Fcn* та введення у них назви ГВЧ із *Statistics Toolbox*; використання блоку *To Workspace* для збереження даних кожного експерименту в робочій зоні; використання скрізь

блоку *Display* для відслідковування ходу моделювання; використання блоку *Stop Simulation*, щоб прив'язати закінчення сеансу моделювання із виконанням тих чи інших умов (перехід модельованої системи у визначений стан); використання підсистем; автоматизація управління за допомогою *m*-файлу.

На рис. 3 представлено фрагмент нечіткого контролера рівня ІК окремого співробітника в *Simulink*-форматі.

Інші етапи технології моделювання докладніше буде розглянуто в наступних дослідженнях при побудові моделі із використанням даних машинобудівних підприємств.

Висновки. Отже, нами вперше була розроблена комплексна модель управління ІК підприємства з використанням регресійного аналізу та лагової моделі, нечіткої логіки, імітаційного моделювання для досягнення бажаного економічного результату діяльності підприємства. Модель передбачає використання пакету *Fuzzy Logic Toolbox*, *Simulink*, *m*-файлів обчислювальної системи *Matlab*, а також здійснення експорту даних між *Excel-Matlab* за допомогою *Excel Link*.

Запропонована модель дозволяє визначати взаємозв'язок між економічними показниками і комплексним показником ІК за допомогою регресійного аналізу та лагової моделі, обрати кращу з них; розглянути ІК як динамічну і статичну систему; врахувати необмежену кількість показників ІК для комплексної оцінки на певний момент; формувати комплексний показник ІК із використанням нечіткої логіки на рівні працівника, підрозділу та підприємства, що дає змогу полегшити пошук проблемних місць для їх усунення; за допомогою імітаційного моделювання визначити вектор вхідних показників ІК для отримання необхідної комплексної його оцінки з урахуванням синергетичного

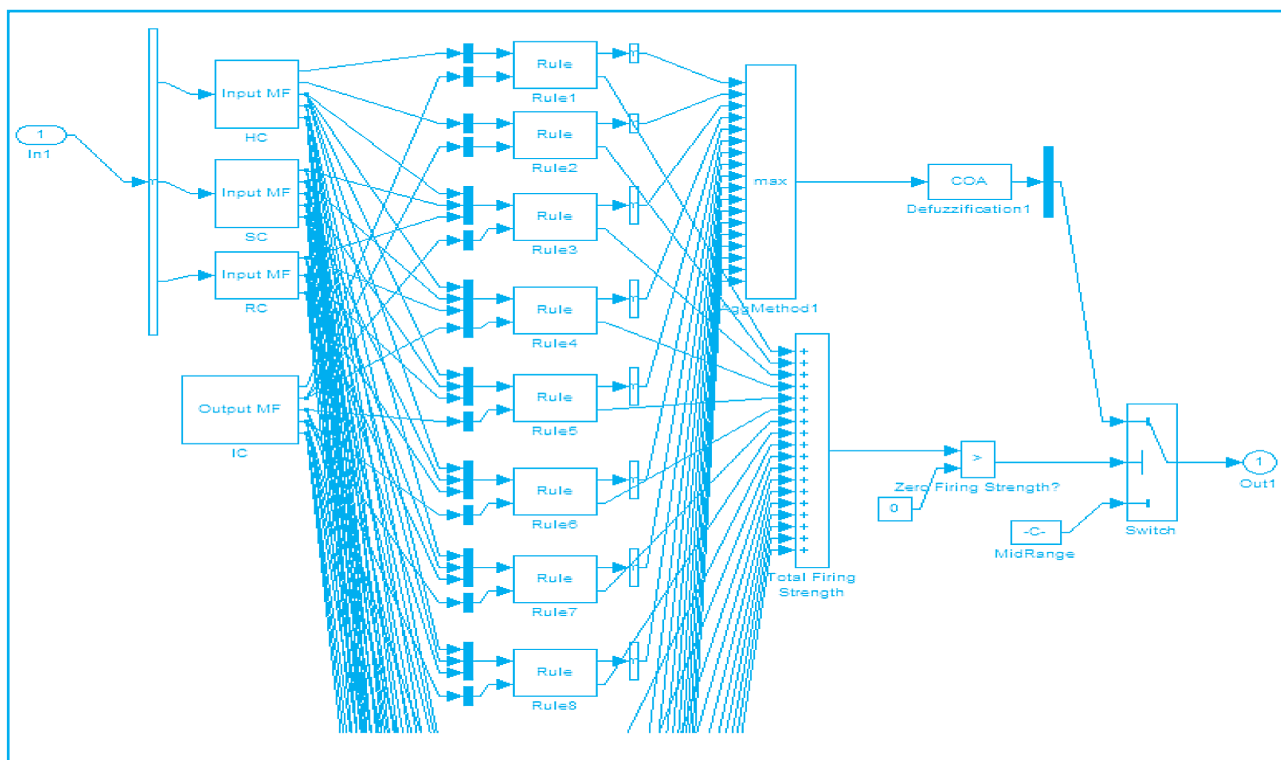


Рис. 3. Фрагмент нечіткого контролера рівня ІК окремого співробітника в Simulink-форматі
Джерело: Складено автором

ефекту як фактора підвищення економічної результативності діяльності підприємства; знайти проблемні місця при порівнянні векторів необхідних та наявних вхідних даних; врахувати обмеження у вигляді мінімізації витрат, зворотного зв'язку у вигляді перевищення економічного ефекту над витратами, а також перевищення усіма показниками ІК свого критичного значення.

Подальші дослідження будуть спрямовані на адаптацію запропонованої моделі управління до конкретних підприємств машинобудування.

Література

1. Бауліна Т. В. Графоаналітична модель процесу управління інтелектуальним капіталом підприємства / Т. В. Бауліна // Економіка промисловості. – 2008. – № 2. – С. 53–60.
2. Лялин В. Е. Нечеткий и дифференциальный подходы к моделированию интеллектуального капитала организации / В. Е. Лялин, А. Д. Волоник // Ж-л НАН Украины «Искусственный интеллект». – 2006. – № 3. – С. 429–435.
3. Дишкант М. В. Моделирование управления нематериальными активами на предприятии : автореф. дис... канд. экон. наук : 08.03.02 [Електронний ресурс] / М. В. Дишкант ; Київ. нац. екон. ун-т. – К., 2003. – 20 с.
4. Журавльова І. В. Бізнес-моделирование стратегического управления интеллектуальным капиталом предприятия / І. В. Журавльова // Вісник економіки транспорту і промисловості : зб. наук. праць. – 2009. – № 28. – С. 142–145.
5. Журавльова І. В. Застосування теорії нечітких множин до задач управління інтелектуальним споживчим капіталом // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: «Економічна». – Донецьк : ДонНТУ, 2008. – Випуск 33-2. – С. 126–131.
6. Фасхiev X. A. Модель управления интеллектуальным капиталом предприятия / X. A. Фасхiev // Менеджмент инноваций. – 2011. – № 2 (14). – С. 134–154.
7. Чайковська І. І. Економіко-математичне моделювання у задачах управління інтелектуальним капіталом підприємства / І. І. Чайковська // Економічний аналіз : зб. наук. праць. – Тернопільський національний економічний університет. – 2011. – Вип. 9. – Частина 1. – С. 365–370.

8. Томашевський В. М. Моделирование систем / В. М. Томашевський. – К. : BHV, 2005. – 352 с.
9. 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.
10. Ткач І. І. Дослідження сутності інтелектуального капіталу / А. Ю. Мазарчук, І. І. Ткач // Вісник Хмельницького національного університету. Серія «Економічні науки». – 2010. – № 5. – Т. 3. – С. 50–53.
11. Ткач І. І. Дослідження процесу формування інтелектуального капіталу підприємства / А. Ю. Мазарчук, І. І. Ткач // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2011. – № 2(156). – Частина 1. – С. 312–317.
12. Ткач І. І. Аналіз методів та механізмів управління інтелектуальним капіталом підприємства / І. І. Ткач // Економічний аналіз : зб. наук. праць. – Тернопільський національний економічний університет. – 2011. – Вип. 8. – Частина 2. – С. 346–350.
13. Ткач І. І. Застосування математичного апарату термодинаміки для аналізу та оцінки інтелектуального капіталу підприємства / І. І. Ткач, І. В. Гвоздецька // Бизнес Информ. – Харківський національний економічний університет. – 2011. – № 5(1). – С. 113–115.
14. Чайковська І. І. Застосування апарату нечіткої логіки у формуванні комплексної оцінки інтелектуального капіталу підприємства / І. І. Чайковська // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2012. – № 2(173). – С. 90–105.
15. Чайковська І. І. Аналіз основних концепцій перетворення інтелектуального капіталу в фінансові результати діяльності підприємства / І. І. Чайковська // Теоретичні і практичні аспекти економіки та інтелектуальної власності. – Приазовський державний технічний університет. – 2012. – Вип. 1. – Т. 1. – С. 60–65.
16. Радыгин Ю. А. Управление нематериальными ресурсами промышленного предприятия : автореф. дис. ...канд. экон. наук : 08.00.05 / Ю. А. Радыгин. – Уфа, 2009. – 22 с.
17. Григорук П. М. Економетричне моделювання : конспект лекцій / П. М. Григорук. – Хмельницький : ХНУ, 2005. – 125 с.
18. Чайковська І. І. Моделирование оценки интеллектуального капитала предприятия методами MATLAB/SIMULINK / І. І. Чайковська // Тези доповідей IV міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні проблеми моделювання соціально-економічних систем». – Харків, 2012. – С. 285–287.

Стаття надійшла до редакції 2 липня 2012 року

Шановні колеги!
Повідомляємо Вам, що розпочалася передплата наукового журналу
«Економічний часопис-XXI» на 2013 рік!