



ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА «ІНВЕСТИЦІЙНА ПРИВАБЛИВІСТЬ ОБЛАСНИХ ЦЕНТРІВ УКРАЇНИ»

СІЗОВА Н.Д., ПЕТРОВА О.О., КАМАРДІН А.С.

Пропонується розробка експертної системи мовою логічного програмування Visual Prolog для оцінки інвестування в регіони з використанням методу експертних оцінок.

Ключові слова: інвестування, метод експертних оцінок, експертна система.

Вступ

На початку 80-х років у дослідженнях зі штучного інтелекту сформувався самостійний напрям, що одержав назву «експертні системи» (ЕС). Основним призначенням ЕС є розробка програмних засобів, які при рішенні задач, важких для людини, одержують результати, що не уступають по якості й ефективності розв'язкам, одержаним людиною – експертом [1]. ЕС використовуються для рішення так званих неформалізованих задач, загальним для яких є те, що: задачі не можуть бути задані в числовій формі;

висновки не можна виразити в термінах точно визначеної цільової функції; не існує алгоритмічного розв'язку задачі; якщо алгоритмічний розв'язок є, то його не можна використовувати через обмеження ресурсів (час, пам'ять).

Експертні системи – це клас систем штучного інтелекту, призначених для отримання, накопичення, коригування знання, що надається експертами з деякої предметної області для отримання нового знання, яке дозволяє вирішувати певні задачі, віднесені до класу неформалізованих, слабо структурованих, пояснюючи хід їх рішення [2–3]. Неформалізовані задачі мають помилковість, неповноту, неоднозначність і суперечливість як вихідних даних, так і знань про задачу, яка розв'язується.

Технологічно експертна система – це пакет програм, здатний за допомогою методів штучного інтелекту аналізувати факти, що представляються користувачем, досліджувати ситуацію, процес, надавати рекомендації.

Серед функцій ЕС відмічають, як правило, такі:

- імітацію діяльності кваліфікованого експерта;
- надання допомоги недостатньо кваліфікованим фахівцям у їх діяльності в певній предметній галузі;

– компенсацію недостатньої кількості експертів у конкретній предметній галузі;

– зняття небажаних наслідків надмірної спеціалізації людини завдяки нагромадженню експертних знань;

– ефект навчання, зумовлений набуттям користувачем досвіду за період роботи з системою.

Актуальність. Більшість ЕС не цілком придатні для широкого використання. Якщо користувач не має деякого досвіду роботи з цими системами, у нього можуть виникнути серйозні труднощі. Багато ЕС доступні лише тим експертам, які створюють їх бази знань. Тому паралельно потрібно розробляти відповідний користувацький інтерфейс, який би забезпечив кінцевому користувачеві властивий йому режим роботи.

На сьогодні актуальним питанням є залучення достатнього обсягу іноземного капіталу, оскільки це стратегічно важливий напрямок подальшого розвитку будь-якої країни. Для України це один з елементів розвитку її економіки [4–5]. Приплив іноземних інвестицій може забезпечити в майбутньому повноцінне функціонування суб'єктів господарювання, зокрема обласних центрів, підвищить конкурентоспроможність національного виробництва та забезпечить збалансованість розвитку економіки країни, її галузей та регіонів.

Кожний інвестор стає перед вибором об'єкта інвестування, загальної суми інвестування та частки в окремому секторі народного господарства країни. Для прийняття правильного рішення необхідно враховувати ряд факторів, в тому числі інвестиційний клімат в регіонах і країні.

Розробники запропонованої ЕС ставили за мету полегшення прийняття рішення інвестором при виборі регіону України для розвитку інвестиційних планів.

Мета дослідження – розробка ЕС для визначення інвестиційної привабливості обласних центрів України на основі експертних оцінок.

Для досягнення поставленої мети сформульовані такі завдання:

- аналіз сучасного стану інвестування в господарюючі суб'єкти;
- створення алгоритму оцінки інвестиційної привабливості обласних центрів;
- використання експертних оцінок для побудови експертної системи;
- побудова ЕС для оцінки інвестиційної привабливості регіонів.

1. Аналіз попередніх досліджень

Однією з найбільш актуальних проблем сучасного етапу розвитку економіки кожної країни є залучення інвестицій в реальний сектор економіки. В роботі [6] відмічена необхідність грамотного формування інвестиційного плану та вибору стратегії інвестування з

урахуванням того, що кожен окремих регіон має певні розвинені сектори економіки [7].

Основними причинами, які зумовлюють необхідність використання інвестицій, є відновлення наявної матеріально-технічної бази, нарощування обсягів виробництва, освоєння нових видів діяльності та ін.

Інвестиційна діяльність будь-якого господарюючого суб'єкта спрямована на економічне зростання і максимізацію ринкової вартості підприємства. При цьому ефективне вирішення таких завдань неможливе без розробки і створення відповідного комп'ютерного програмного забезпечення інвестиційного проектування.

Аналіз існуючих публікацій показав приклади розробки експертних систем, які допомагають у вирішенні питання інвестиційного характеру. Одна з систем [8] призначена для експерта, який буде інвестиційну характеристику міста на основі великої кількості економічних показників та надає користувачу найбільш привабливий проект для інвестування.

Запропонована авторами ЕС може бути використана і недостатньо досвідченим спеціалістом у економічній теорії інвестиційної привабливості регіонів. Тому було поставлено завдання розробки програмного продукту для самого інвестора. Особливістю програми є те, що користувач додає факти, які були надані експертом, а програма працює із самим інвестором на основі цих фактів для прийняття рішення відносно інвестиційної привабливості конкретного міста або регіону. Користувачеві не потрібно самому знаходити показники для оцінки інвестиційного стану міста або регіону, що долає обмеження, які можуть бути пов'язані зі знанням економічної теорії.

2. Основний матеріал

ЕС – це програмний засіб, що використовує експертні знання для забезпечення високоефективного рішення неформалізованих задач у вузькій предметній області. Однією з характеристик ЕС є те, що вона застосовує досвід мислення кваліфікованих експертів у даній області знань, що приводить до точних, творчих та ефективних рішень. Крім того для ЕС характерна наявність прогностичних можливостей, системи можуть видавати відповіді на поведінку в конкретній ситуації і показувати, як зміняться ці відповіді у нових ситуаціях. Це дасть змогу користувачеві оцінити можливий вплив нових фактів та зрозуміти, як вони пов'язані з рішенням.

Для аналізу інвестиційної привабливості пропонується використання методу експертних оцінок. Сутність експертних методів полягає в тому, що для прийняття рішень (оцінок явищ) залучаються висококваліфіковані спеціалісти, які мають необхідну професійну освіту, досвід та професійну інтуїцію. Експерти, як правило, виконують роль радників осіб, яким надано право приймати рішення. Робота експертів полягає в проведенні інтуїтивно-логічного аналізу проблеми, нерідко з кількісною оцінкою тверджень

та наступною формальною обробкою результатів. В розробленій ЕС знання експертів реалізовано у вигляді фактів та правил мовою логічного програмування Visual Prolog. Логічне програмування будується не за допомогою деякої послідовності абстракцій і перетворень, а на основі абстрактної моделі, що ніяк не пов'язана з якимось типом машинної моделі. Ідея використання можливостей теорії предикатів першого порядку – одна з головних переваг мови Visual Prolog для комп'ютерних наук взагалі та штучного інтелекту зокрема [9–11]. Програмування на Visual Prolog полягає у визначенні відносин та у постановці питань, які стосуються цих відносин.

У запропонованій ЕС за допомогою логічних запитань користувачеві видаються повідомлення про те, в яке місто йому бажано робити інвестиції.

При роботі ЕС були виділені основні критерії, за якими виконувався аналіз, серед них можна виділити:

- кожне місто або регіон має власні сфери інвестування, які в програмі описані у вигляді правил;
- розроблені правила, за допомогою яких програма запам'ятовує відповіді користувача і завдяки цьому може знайти рішення задачі;
- існує критерій, за яким програма розуміє, що дане місто або регіон не підходить користувачеві, та обираються критерії інших міст.

Інтерпретатор намагається уніфікувати аргументи відповідей з аргументами фактів та правил бази знань і у випадку співпадіння повертає результат правила.

Експертна система інвестиційної привабливості обласних центрів є системою, за допомогою якої може бути визначене інвестиційно привабливе місто.

Показники розраховуються за спеціальними формулами згідно з параметрами, які вираховує експерт (таблиця).

Таким чином, показник інвестиційної привабливості території є чистою економічною віддачею від вкладення інвестицій, яка визначається як розмір отриманого від інвестування доходу за мінусом втрат, викликаних проявом ризиків.

Розроблена програма побудована таким чином, що в неї вже вбудована база даних з обласними центрами країни, де для кожного міста на основі методу експертних оцінок експерт з власних міркувань і власного досвіду обрав найбільш важливі показники, проаналізував їх динаміку розвитку та сформував висновки стосовно інвестиційного клімату в означеному регіоні у вигляді пріоритетних сфер народного господарства з визначеною відсотковою ставкою доцільності вкладення капіталу інвестора в це місто. До таких характеристик можна віднести на прикладі Харкова важку промисловість, освіту та інші галузі.

Показник	Формула
Підсумкові показники інвестиційної привабливості регіону	$ИП_k = X * ИП_M + Y * ИП_O$ <p>ИП_k – комплексний показник інвестиційної привабливості регіону; ИП_M – показник інвестиційної привабливості території регіону; ИП_O – показник інвестиційної привабливості галузі регіону</p>
Показник інвестиційної привабливості регіону на територіальному рівні	$ИП_{m(o)} = EO_{m(o)} * (1 - PB_{m(o)})$ <p>EO_{m(o)} – показник, який характеризує рівень дохідності інвестованих коштів на територіальному рівні; PB_{m(o)} – показник ризику вкладення коштів на територіальному рівні.</p>
Економічна віддача	$EO_p = П / Y$ <p>EO_p = показник економічної віддачі регіону; П – сальдований фінансовий результат діяльності організації регіону, отриманий в аналізованому періоді; Y – обсяг інвестицій в основний капітал, вкладених в регіон в попередньому періоді.</p>

Користувачеві на питання треба відповідати тільки по – ні або yes – так. В результаті діалогу інвестору буде запропоноване лише те місто, яке повністю відповідає його вимогам.

Логіка програми базується на двох принципах:

– інвестор не має за мету інвестувати у конкретну галузь міста. Він дивиться на місто в цілому, а потім, якщо він обирає деяке місто, то він інвестує в нього гроші, але сам не розподіляє їх по галузях. За це відповідає міська рада, яка краще розуміється на слабких та сильних сторонах міста;

– інвестор має за мету інвестувати у конкретну галузь міста, але хоче знати про характеристики інших галузей. У цьому випадку експертна система дає повну інформацію користувачеві про вибране ним місто.

```
run(no) :- check(n).

run(yes) :- write("Устраивает ли вас одна из характеристик города:","\n"),
city(X),!, write("Рекомендуем вам город ",X, "\n"), nl,nl,check(no).

run(yes):- write("Нет подходящего города для инвестирования."), check(no).

check(no) :- retractall(_,_dbaseom),readchar(_).
```

Рис. 1. Правило для початку роботи з розробленою ЕС

В розробленій ЕС користувач додавати та видаляти факти про місто не має змоги, так як він виступає у ролі інвестора, який користується вже готовими фактами. Це зроблено для того, щоб інвестор не міг випадково замінити дані. Для редагування експертних оцінок необхідно змінювати код програми.

На початку роботи ЕС користувачеві–інвестору надаються характеристики міста або регіону. Інвестор повинен відповісти на запитання: «Чи є ці характеристики прийнятні для нього чи ні?». Програма по черзі пропонує характеристики міст, які є в списку, та якщо якась характеристика користувачеві не підходить, то програма не продовжує роботу з даним містом, а переходить до іншого. Фрагмент лістингу початку роботи з програмою наведено на рис. 1.

В запропонованій ЕС підготовлена та реалізована конкретна стратегія, яка заснована на експертних оцінках, що передбачає різні експертні бали для різних груп показників з застосуванням факторів для відображення ступеня важливості аргументів у процесі виведення висновків стосовно інвестування в регіон, який розглядається. На рис. 2 наведено правило для визначення інвестиційної привабливості м. Харків (рис.2).

```
city("Харьков"):-
positive("Промышленость развита на
65/100"),
positive("Развито тяжелое
машиностроение 80/100"),
```

Рис.2 Фрагмент лістинга програми для визначення інвестиційної привабливості м. Харків

Висновок

Перевагою використання експертного підходу є можливість адаптації показників і факторів, що вивчаються, для потреб конкретних інвесторів або поглиблений аналіз привабливості певних галузей.

На основі результатів експертів щодо розвинутих сфер народного господарства обласних центрів країни розроблена експертна система для визначення інвестиційної привабливості міста. Розглянуті основні функції, які мають бути у програмі, такі як: вибір між характеристиками міста, відповіддю на питання про інвестиційну привабливість міста та повний опис характеристик, завдяки яким програма видає результат.

До переваг цієї експертної системи можна віднести:

– рішення, отримані за допомогою розробленої експертної системи, є “прозорими”, тобто можуть бути пояснені користувачеві на якісному рівні (на відміну від рішень, отриманих за допомогою числових алгоритмів, і особливо від рішень, отриманих статистичними методами);

– експертна система здатна поповнювати свої знання в ході діалогу з експертом;

– необов’язковість глибоких економічних знань у теорії інвестування та можливість вибору інвестиційно привабливого міста за допомогою готових експертних оцінок.

Таким чином, основою ЕС є сукупність знань, яка структурується для спрощення процесу прийняття рішень. ЕС «Інвестиційна привабливість обласних центрів України» може за прийнятний час знайти відповідний до запитів інвестора розв’язок та може бути використана як один із модулів загальної експертної системи, призначеної для дослідження питань інвестиційної привабливості з інших предметних областей.

Література: 1. Джексон П. Введение в экспертные системы. М.: Мир, 2002. 305 с. 2. Що таке експертна система, її функції? [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.virtual.ks.ua/essays-term-papers-and-diplomas/3506-what-is-an-expert-system-and-its-functions.html>. 3. Нейлор К. Как построить свою экспертную систему. М.: Энергоатомиздат, 1991. 288 с. 4. Левченський Д. Л. Суть та економічна природа інвестицій та інвестиційного процесу // Механізм регулювання економіки. 2011. №2. С. 131–139. 5. Грідасов В. М. Інвестування / В.М. Грідасов, С.В. Кривченко, О.Є. Ісаєва. К.: Центр навч. літ-ри, 2004. 164 с. 6. Петрова О. О., Камардін А.С. Аналіз інвестиційної привабливості // Міжнародна науково-практична конференція «Фінанси, аудит та менеджмент: аналіз тенденцій та науково-економічний розвиток», м. Львів, 15–16 квітня, 2016. С. 22–24. 7. Сізова Н.Д., Оніщук В.О. Моделювання інвестиційної привабливості з використання таксометричного аналізу // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Одеса: ОНУ ім. І.І. Мечнікова, 2016. С. 241–244. 8. Буценко Е.В. Разработка экспертной системы инвестиционного проектирования // Экономические исследования. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-ekspertnoy-sistemy-investitsionnogo-proektirovaniya>. 9. Адаменко А., Кучуков А. Логическое программирование и Visual Prolog. – СПб:БХВ. Петербург, 2003. 990 с. 10. Братко И. Программирование на языке «Prolog» для искусственного интеллекта. М.:Мир,1990. 315с. 11. Дж. Малпас. Реляционный язык Prolog и его применение. М.: Наука, 1990. 304 с.

Transliterated bibliography:

1. Dzhekson P. Vvedenie v ekspertnyie sistemyi. M.: Mir, 2002. 305 s.

2. Shcho take ekspertna sistema, yiyi funktsiyi? [Elektronnyy resurs]. Rezhym dostupu: <http://www.virtual.ks.ua/essays-term-papers-and-diplomas/3506-what-is-an-expert-system-and-its-functions.html>

3. Neylor K. Kak postroit svoyu ekspertnuyu sistemu. M.: Energoatomizdat, 1991. 288 s.

4. Levchens'kyi D. L. Sut' ta ekonomichna pryroda investytsiy ta investytsiynoho protsesu //Mekhanizm rehulyuvannya ekonomiky. 2011. #2. S. 131–139.

5. Hrydasov V. M. Investuvannya / V.M. Hrydasov, S.V. Kryvchenko, O.Ye. Isayeva. K.: Tsentр navch. lit-ry, 2004. 164 s.

6. Petrova O. O., Kamardin A.S. Analiz investytsiynoyi pryvablyvosti //Mizhnarodna naukovopraktychna konferentsiya «Finansy, audyt ta menedzhment: analiz tendentsiy ta naukovoekonomichnyy rozvytok», m. L'viv, 15–16 kvitnya, 2016. S. 22–24.

7. Sizova N.D., Onishchuk V.O. Modelyuvannya investytsiynoyi pryvablyvosti z vykorystannya taksometrychnoho analizu // Materialy Mizhnarodnoyi naukovopraktychnoyi konferentsiyi. Odesa: ONU im. I.I. Mechnikova, 2016. S. 241–244.

8. Butsenko E.V. Razrabotka ekspertnoy sistemyi investitsionnogo proektirovaniya// Ekonomicheskie issledovaniya. [Elektronnyy resurs]. Rezhim dostupu: <http://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-ekspertnoy-sistemy-investitsionnogo-proektirovaniya>.

9. Adamenko A., Kuchukov A. Logicheskoe programmirovaniye i Visual Prolog. SPb:BHV. Peterburg, 2003. 990 s.

10. Bratko I. Programmirovaniye na yazyike «Prolog» dlya iskusstvennogo intellekta. M.:Mir,1990. 315s.

11. Dzh. Malpas. Relyatsionnyiy yazyik Prolog i ego primenenie. M.: Nauka, 1990. 304 s.

Надійшла до редакції 30.04.2016

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Гіль М.І.

Сізова Наталья Дмитрівна, докт. фіз.-мат. наук, професор каф. економічної кібернетики та інформаційних технологій Харківського національного університету будівництва та архітектури. Наукові інтереси: математичне моделювання, обчислювальні методи, математична фізика, механіка суцільних середовищ. Адреса: Україна, 20322, Харків, вул. Сумська, 40, тел. 38 050 400 92 64.

Петрова Олена Олександрівна, канд. техн. наук, доцент каф. економічної кібернетики та інформаційних технологій Харківського національного університету будівництва та архітектури. Наукові інтереси: штучний інтелект, експертні системи. Адреса: Україна, 20322, Харків, вул. Сумська, 40, тел. +38 098 8499 076.

Камардін Антон Сергійович, студент Харківського національного університету будівництва та архітектури. Наукові інтереси: вища математика, комп'ютерні науки, програмування. Захоплення та хоббі: гра на гітарі. Адреса: Україна, 61204, Харків, пр. Олександрівський, 184, кв.63, тел.+38 063 9519489.