

ОЦІНКА ВАРТОСТІ ОРНИХ ЗЕМЕЛЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ НА БАЗІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

Ю.Я. Петрикович, Р.М. Гайдамаха, Т.І. Ковальський

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка,
вул. М.Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027, Україна: e-mail: y.petrykovych@yandex.ru

Акцентовано увагу на можливостях використання інтелектуальних систем на базі нечіткої логіки для моделювання розвитку і взаємозв'язків між різними економічними явищами і процесами. На основі ряду експериментів обґрунтовано оптимальну структуру нечіткої системи за алгоритмом нечіткого логічного висновку Сугено, що дозволило моделювати процес оцінки вартості орних земель.

Ключові слова: ієрархічна інтелектуальна система, нечітка логіка, експертна оцінка, вартість земельних ресурсів

Актуальність проблеми

На сьогоднішній день в Україні гостро постало питання про продовження чи відміну мораторію на продаж землі сільськогосподарського призначення. Особливо вразливими при відміні заборони продажу орних земель стають селяни, які в своїй більшості не знають реальної її вартості. Близько третини українських сільгоспвиробників недооцінює вартість землі, 49% вважають, що вартість одного гектара ріллі повинна перевищувати 10 тис. грн, а 28% оцінюють вартість менш ніж 5 тис. грн. за гектар. Такі результати наводяться у новому дослідженні Асоціації «Український клуб аграрного бізнесу» (УКАБ) «Ринкова вартість ріллі в Україні». За даними Держземагентства нормативна оцінка 1 га орних земель у 2010 р. в середньому по Україні склала 11,9 тис. грн. Тобто серед потенційних учасників ринку близько 30% оцінюють вартість ріллі нижче реального рівня [4].

Отже, зважаючи на все вищесказане, створення нечіткої експертної системи для оцінки вартості орних земель є актуальним питанням в умовах, які виникли на даний момент.

Аналіз останніх досліджень

Правила оцінки землі не змінювалися з часів СРСР, вони вже давно застаріли і втратили свою актуальність. На сьогоднішній день нормативна оцінка землі становить усього лише 10-12 тисяч гривень за один гектар.

Методика оцінки затверджена постановою кабінету міністрів України від 23 березня 1995 р. №213 «Про Методику грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення та населених пунктів». В даній постанові запропонована методика оцінки в загальному вигляді і конкретно визначеного методу оцінки вартості орних земель (ріллі) в ній не визначено [3].

Відповідно до міжнародних стандартів оцінки для визначення вартості земельної власності використовують три загальновизначених підходи: ринковий, витратний та до-

хідний, які базуються на принципах кон'юнктури ринку, найкращого та найефективнішого використання, очікуваних змін та доданої прибутковості землі.

Запропоновані методика є незрозумілими і громіздкими для пересічного громадянина і на базі цього можливе проведення недобросовісної або упередженої оцінки з боку експертів [2].

Нами було запропоновано проводити оцінку ріллі за допомогою експертної системи на основі нечіткої логіки, основоположником якої є Л. Заде. Проблема прийняття рішень на основі нечіткої логіки займалися українські та зарубіжні вчені: Ротштейн А.П., Штовба С.Д., Корчемний М.О., Круглов В.В., Борисов В.В., Чернов В.Г. Новак Вільям та багато інших.

Постановка задачі

Беручи до уваги непрозорість та складність існуючих методик проведення оцінки земель сільськогосподарського призначення, їх незрозумілість для звичайного селянина чи фермера і неможливість перевірки адекватності, ми поставили перед собою задачу розробити експертну систему, яка б наближено проводила грошову оцінку орних земель.

Було вирішено створити експертну систему на базі нечіткої логіки, оскільки саме нечіткі системи прийняття рішень поводять себе найбільш наближено і зрозуміло мисленню звичайної людини [1].

Основна частина

Розробка нечіткої системи оцінки вартості орних земель проводилася в декілька етапів, які описані нижче.

Насамперед була розроблена структура експертної системи. Обрані фактори, які варто брати до уваги при оцінці вартості гектара ріллі земельної ділянки і яким реально було б дати оцінку, не маючи спеціальної освіти та знань. Було взято до уваги наступні чинники:

- бал бонітету ґрунтів;
- вологість ґрунту;
- рівень проведених поліпшень ґрунту;
- віддаль від ділянки до населеного пункту;
- віддаль від населеного пункту до ринку чи місця збуту;
- стан дорожнього покриття;
- затрати на вирощування продукції;
- дохід від збуту продукції.

Бонітування ґрунтів — це порівняльна оцінка якості ґрунтів за їх основними природними властивостями. Бонітування ґрунтів проводиться за 100-бальною шкалою. Вищим балом оцінюються ґрунти з кращими властивостями, які мають найбільшу природну продуктивність. Бал бонітету ґрунту на території, де розташована земельна ділянка, можна дізнатися у відділенні державного земельного кадастру або ж після проведення бонітування ґрунту [5].

Для зручності всі інші фактори вирішено оцінювати також за 100-бальною шкалою. Дані чинники виступають в ролі нечітких лінгвістичних змінних, які є входами в нечітку систему. Зважаючи на велику кількість входних змінних, було прийнято рішення про розробку ієрархічної нечіткої системи і розробку трьох додаткових проміжних нечітких систем. Це системи «Оцінка ґрунту», «Оцінка інфраструктури» та «Оцінка рентабельності». Виходи даних проміжних систем є входами в нечітку систему

«Оцінка вартості», яка і буде здійснювати остаточну оцінку вартості землі. Структура нечіткої ієрархічної системи показана на рис. 1.

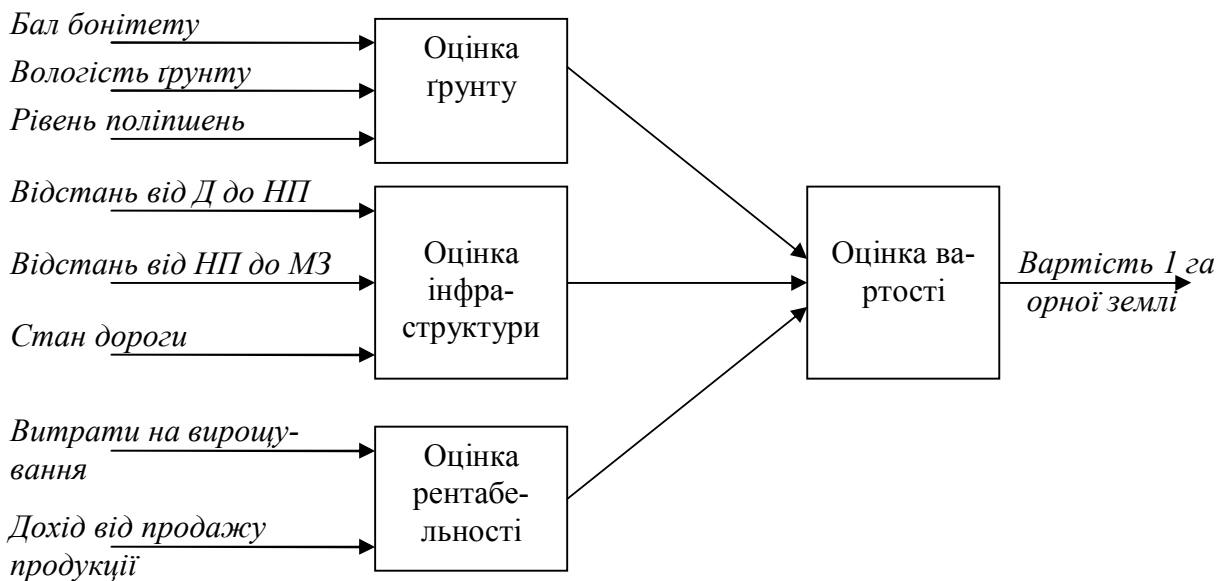


Рис. 1. Структура нечіткої ієрархічної експертної системи для оцінки вартості орних земель

Як видно з рис. 1 на виході нечіткої системи ми маємо одержати грошову оцінку одного гектара ріллі.

Програмним середовищем для розробки нечіткої системи був обраний пакет прикладних програм *MathWorks MATLAB*. Нечіткі системи були реалізовані за допомогою *Fis*-редактора та бібліотеки *Fuzzy Logic Toolbox* даного середовища [6].

Нечіткий логічний висновок систем проводився за алгоритмом Сугено. Були визначені кількість термів та тип функцій належності для кожної лінгвістичної змінної. На кожен вхідну змінну задано по два терми: *n* – «низько», *v* – «високо». Функції належності вхідних змінних fuzzy-систем обрано гаусівського типу, а вихідних – типу *constant*. На рис. 2 показано графічний вигляд функцій належності вхідної змінної «Оцінка ґрунту» нечіткої системи «Оцінка вартості».

Після розбиття діапазону вхідних та вихідних змінних на терми була сформована і введена база правил типу «Якщо» - «Тоді» нечітких систем. Нижче наведені правила нечіткої системи «Оцінка вартості».

1) **Якщо** (Оцінка ґрунту є низькою) **І** (Оцінка інфраструктури є низькою) **І** (Оцінка рентабельності є низькою) **Тоді** (Оцінка землі є низькою) (1)

2) **Якщо** (Оцінка ґрунту є низькою) **І** (Оцінка інфраструктури є низькою) **І** (Оцінка рентабельності є високою) **Тоді** (Оцінка землі є нижче середньої) (1)

3) **Якщо** (Оцінка ґрунту є низькою) **І** (Оцінка інфраструктури є високою) **І** (Оцінка рентабельності є низькою) **Тоді** (Оцінка землі є нижче середньої) (1)

4) **Якщо** (Оцінка ґрунту є низькою) **І** (Оцінка інфраструктури є високою) **І** (Оцінка рентабельності є високою) **Тоді** (Оцінка землі є вище середньої) (1)

5) **Якщо** (Оцінка ґрунту є високою) **І** (Оцінка інфраструктури є низькою) **І** (Оцінка рентабельності є низькою) **Тоді** (Оцінка землі є нижче середньої) (1)

6) **Якщо** (Оцінка ґрунту є високою) **І** (Оцінка інфраструктури є низькою) **І** (Оцінка рентабельності є високою) **Тоді** (Оцінка землі є вище середньої) (1)

7) **Якщо** (Оцінка ґрунту є високою) І (Оцінка інфраструктури є високою) І (Оцінка рентабельності є низькою) **Тоді** (Оцінка землі є вище середньої) (1)

8) **Якщо** (Оцінка ґрунту є високою) І (Оцінка інфраструктури є високою) І (Оцінка рентабельності є високою) **Тоді** (Оцінка землі є високою) (1)

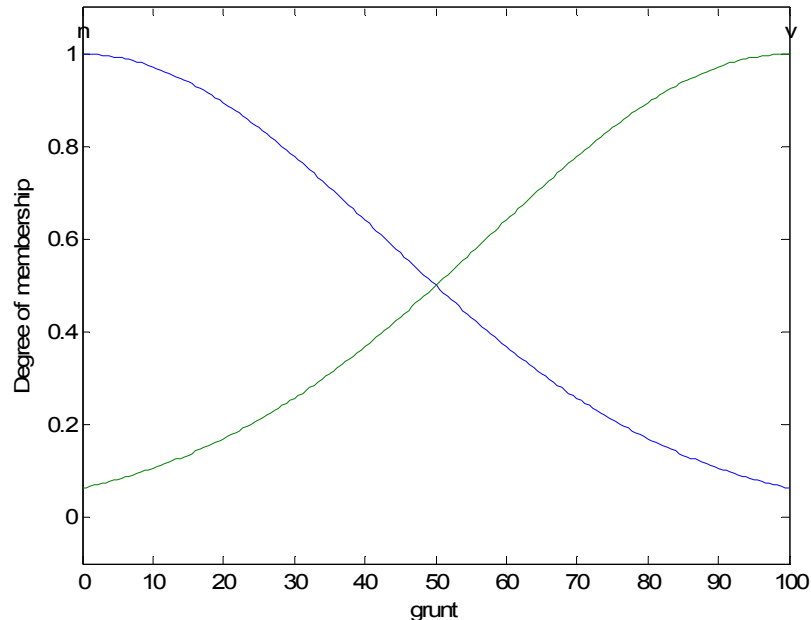


Рис. 2. Графічний вигляд гаусівських функцій належності вхідної змінної «Оцінка ґрунту»

На рис. 3 показана поверхня відгуку нечіткої системи оцінки вартості орної землі. На даній поверхні графічно зображена зміна вартості гектара землі в залежності від якості ґрунту та інфраструктури при середній рентабельності земельної ділянки.

За допомогою блоків бібліотеки Simulink програмного середовища MATLAB була створена модель нечіткого контролера на базі ієрархічної системи. Основою моделі є чотири блоки Fuzzy Logic Controller з бібліотеки *Fuzzy Logic Toolbox*, в кожен з яких вмонтовані описані вище нечіткі системи, які були створені в Fis-редакторі [7].

Вихід контролера подається на блок Display. Значення, які відображаються в даному блоці, відповідають грошовій оцінці гектара орної землі певної ділянки при заданих вхідних параметрах.

На рис. 4 зображена модель нечіткого контролера в *MathWorks Simulink*.

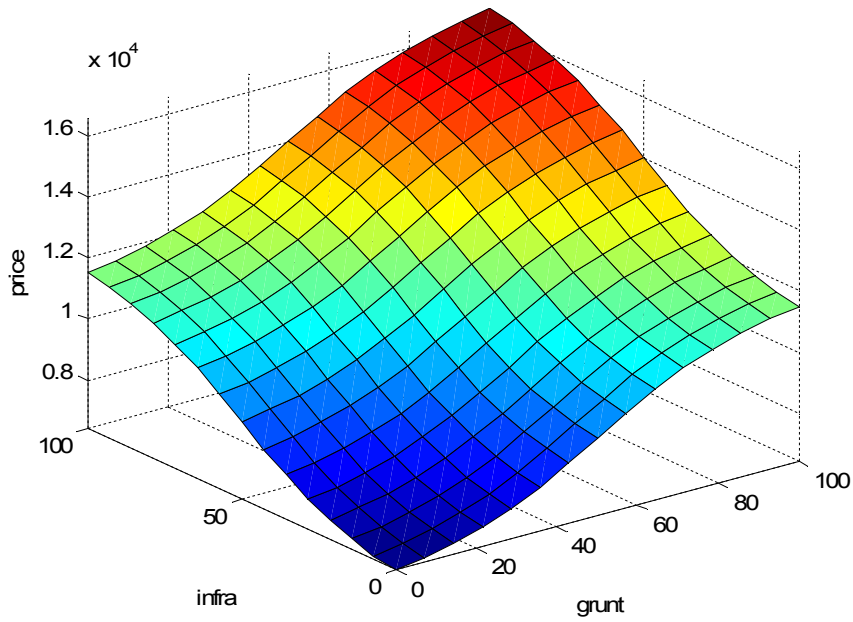


Рис. 3. Поверхня відгуку нечіткої експертної системи для оцінки вартості орної землі

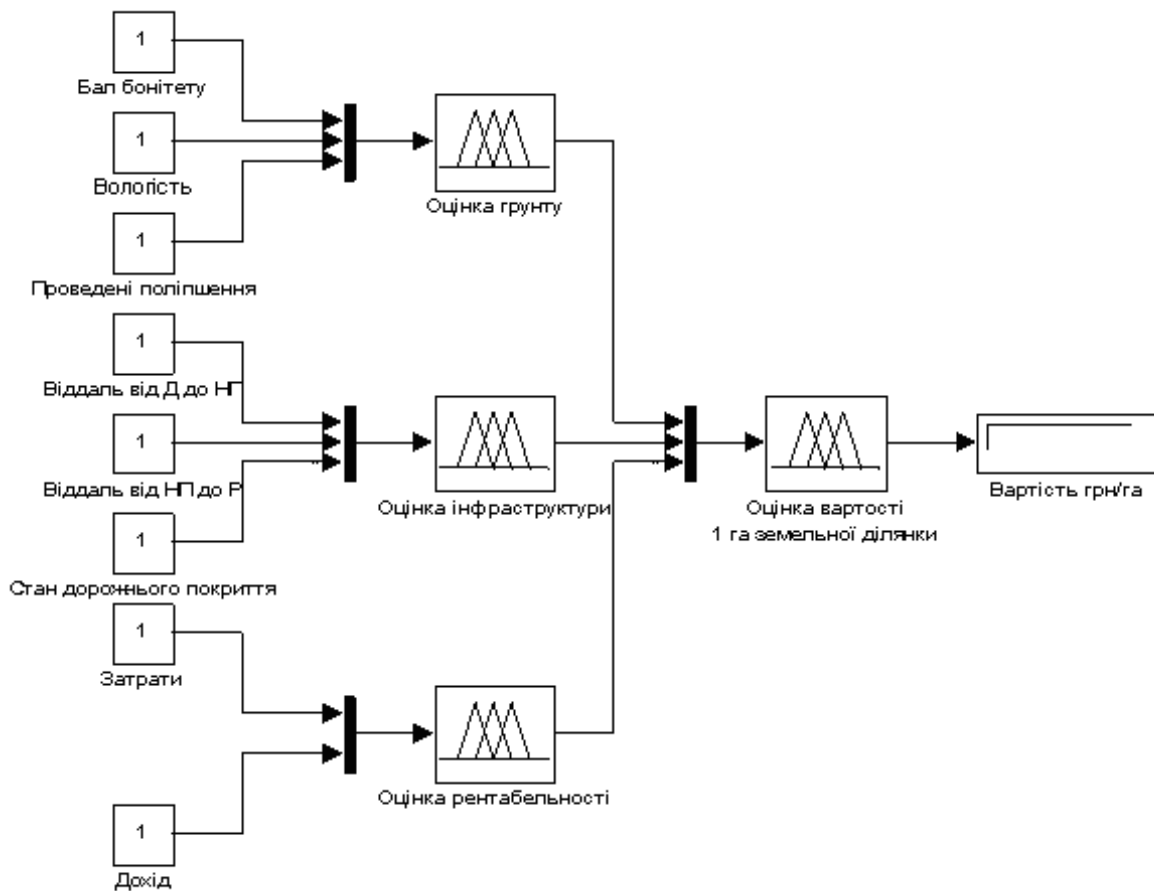


Рис. 4. Модель нечіткого контролера

На рис. 5 зображена модель реалізації нечіткого логічного висновку Сугено, складена з блоків Simulink.

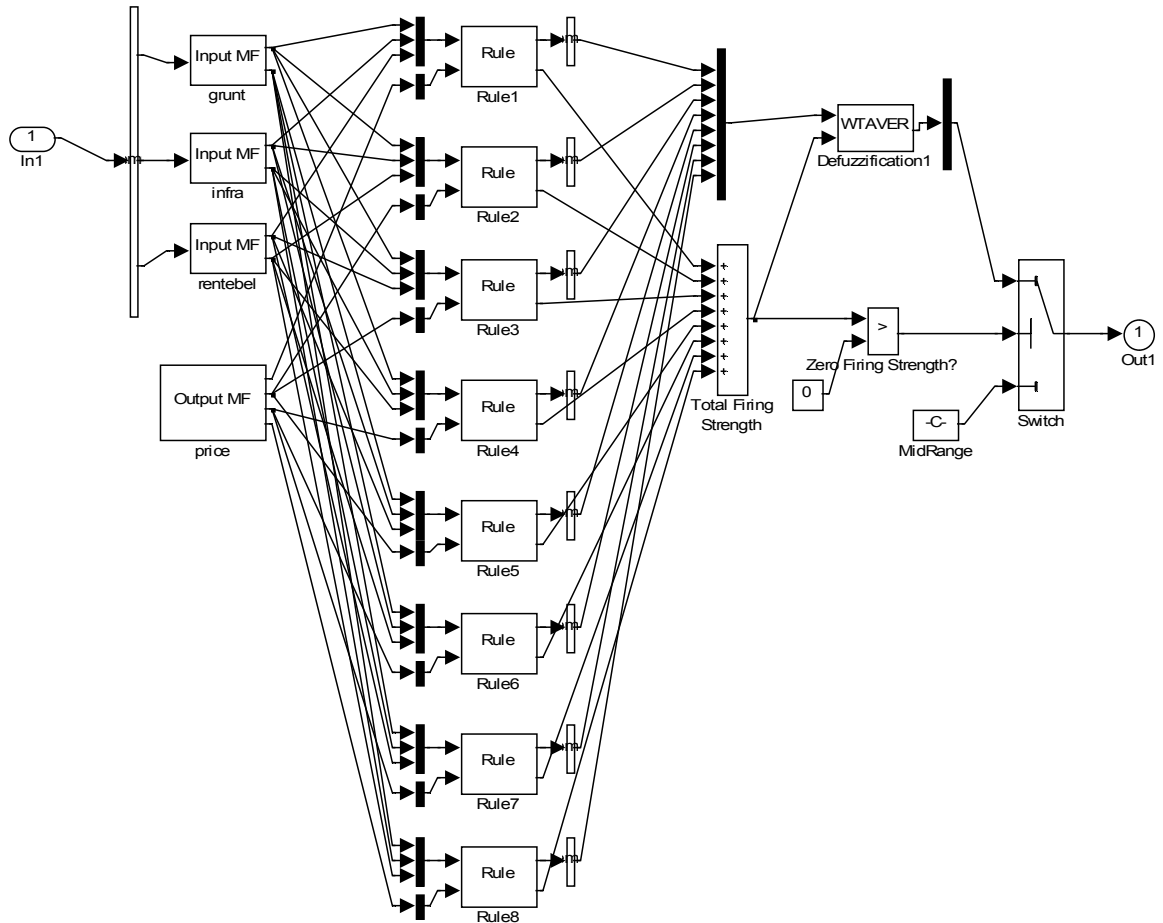


Рис. 5. Модель нечіткого логічного висновку Сугено

Робота нечіткого контролера була протестована на кількох вибірках вхідних даних. Для прикладу наведемо результати роботи нечіткого контролера, що подані в табл. 1.

Таблиця 1.

Результати грошової оцінки гектара орної землі
при заданих значеннях вхідних чинників

| Чинники | Оцінка |
|---|------------------|
| Бал бонітету ґрунтів | 68 |
| Вологість ґрунту | 50 |
| Рівень проведених поліпшень ґрунту | 80 |
| Віддаль від ділянки до населеного пункту | 50 |
| Віддаль від населеного пункту до ринку чи місця збуту | 50 |
| Стан дорожнього покриття | 60 |
| Затрати на вирощування продукції | 20 |
| Дохід від збуту продукції | 60 |
| Грошова оцінка орної землі, грн/га | 14880 грн |

Як бачимо з табл. 1 вартість одного га землі при заданих значеннях вхідних факторів становить 14880 грн., що незначною мірою перевищує середні показники вартості орної землі по Україні. Такого результату слід було очікувати, адже значення вхідних

чинників теж знаходяться в діапазоні вище середніх величин. Зважаючи на це, можна стверджувати, що ієрархічна нечітка система є адекватною і придатною для проведення грошової оцінки орних земель.

Висновки

Зважаючи на сучасний стан речей на ринку землі України, створення інтелектуальної системи для грошової оцінки орних земель та земель сільськогосподарського призначення є актуальним та економічно доцільним. Дана система побудована на основі нечіткої логіки, прийняття рішень в якій формується за допомогою набору правил типу «Якщо» - «Тоді». Розроблена структура нечіткої ієрархічної системи, що була реалізована в програмному середовищі MATLAB. Вихід системи відповідає значенню грошової оцінки одного гектара орних земель при заданих вхідних параметрах.

Список літератури

1. Борисов В.В. Нечеткие модели и сети / В.В. Борисов, В.В. Круглов, А.С. Федулов – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 284 с.
2. Дамодаран А. Инвестиционная оценка: Инструменты и методы оценки любых активов / Асват Дамодаран; Пер. с англ. – 5-е изд. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. – 1340 с.
3. Дехтяренко Ю.Ф. Методичні основи грошової оцінки земель в Україні. Наукове видання / Ю.Ф. Дехтяренко, М.Г. Лихогруд, Ю.М. Манцевич, Ю.М. Палеха – К.: Вид-во «Профі», 2002. – 246 с.
4. Проців Х. Третина сільгоспвиробників недооцінює вартість землі [Електронний ресурс] / Х. Проців. – Режим доступу: <http://www.agribusiness.kiev.ua/uk/news/ucab/31-03-2011/1301574551>
5. Оцінка земель: Навчальний посібник / За заг. ред. М.Г. Ступеня. – Львів: «Новий світ – 2000», 2008. – 308 с.
6. Штовба С.Д. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику [Электронный ресурс] / С.Д. Штовба. – Режим доступа: <http://www.matlab.m/razzylogic/book1/index.asp>
7. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB / С.Д. Штовба. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007. – 288 с.

Ю.Я. Петрикович, Р.М. Гайдамаха, Т.И. Ковальский
ОЦЕНКА СТОИМОСТИ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ С ПОМОЩЬЮ ЭКСПЕРТНОЙ
СИСТЕМЫ НА БАЗЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Акцентируется внимание на возможности использования интеллектуальных систем на базе нечеткой логики для моделирования развития и взаимосвязей между различными экономическими явлениями и процессами. На основе ряда экспериментов обоснованно оптимальную структуру нечеткой системы по алгоритму нечеткого логического вывода Сугено, что позволило моделировать процесс оценки стоимости пахотных земель.

Ключевые слова: иерархическая интеллектуальная система, нечеткая логика, экспертная оценка, стоимость земельных ресурсов

Yu. Petrykovich, R. Gaidamakha, T. Kovalskiy
ASSESSMENTS ARABLE LANDS USING EXPERT SYSTEM BASED ON FUZZY
LOGIC

The attention on the potential use of intelligent systems based on fuzzy logic to model development and the relationship between economic phenomena and processes. Based on some experiments proved the optimal structure of fuzzy system with fuzzy inference algorithm Sugeno, allowing to simulate the process of arable land valuation.

Keywords: hierarchical intelligent system, fuzzy logic, expert evaluation, the cost of land