

Як видно із наведених графів, чисельні результати добре узгоджуються з аналітичним розв'язком [4]. Максимальна відносна похибка становить не більше 2%, що свідчить про ефективність запропонованого підходу.

1. Головач Н.П. Застосування прямого методу граничних елементів для чисельного розв'язання задачі нестационарної теплопровідності. // Вісн. ЛДУ. Сер.мех.-мат. 1995. Вип.42. С.96-101. 2. Головач Н.П., Дияк І.І. Прямий метод граничних елементів чисельного розв'язування задачі термопружності. // Вісн. ЛДУ. Сер.мех.-мат. 1996. Вип.44. С.57-62. 3. Chaudouet A. Three-dimensional transient thermo-elastic analyses by the BIE method. // Int. J. Num. Meth. Eng., 1987, Vol. 24, pp. 25-45. Sládek V, Sládek J. Computation of thermal stresses in quasi-static non-stationary thermoelasticity using boundary elements. // Int. J. Num. Meth. Eng., 1989. Vol. 28., pp. 1131-1144.

УДК 519.689

В.В. Головащенко, В.В. Лихочвор, Г.Г. Цегелик

ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Нами проводиться робота над розробкою експертної системи підтримки прийняття рішень вибору оптимальної технології вирощування с.-г. культур – “ТехноЕксперт”. Предметною областю для розробки прототипу цієї експертної системи була вибрана технологія вирощування озимої пшениці.

Згідно з класифікацією, поданою в [1], “ТехноЕксперт” належить до експертних систем консультаційного типу, тому що основною функцією даної експертної системи є надання порад щодо вибору оптимальної технології вирощування тієї чи іншої с.-г. культури упродовж усього технологічного циклу – від вибору посівної площі до збирання урожаю [2].

Загальна структура експертної системи “ТехноЕксперт” подана на рис.1.



Рис. 1. Структура експертної системи "ТехноЕксперт"

Основними компонентами даної експертної системи є:

- База знань
- Машина логічного виводу
- Підсистема управління базою знань
- Інтерфейс з користувачем

Інтерфейс з користувачем та підсистема управління базою знань будуються за допомогою універсальної мови програмування Borland Delphi 3.0. База знань реалізується за допомогою спеціалізованого для розробки експертних систем засобу програмування FuzzyCLIPS 6.0. При цьому використовується універсальна мова програмування Borland Delphi 3.0. Машина логічного виводу є однією з основних складових частин мови FuzzyCLIPS 6.0 [3, 4].

База знань складається з таких компонентів як:

- Дані – реляційна база даних.
- Процедурні знання – процедури або функції, які згідно власного алгоритму обчислюють результат, використовуючи попередньо отриману деяку вхідну інформацію.
- Правила – опис подій, що трапляються, або дій, які потрібно виконати за деяких наявних умов чи обставин.

Узагальнена BNF-форма правил експертної системи "ТехноЕксперт" наступна:

<ПРАВИЛО>	::= <ЯКЩО частина> => <ТО ДІ частина> <коеф.впевненості>
<ЯКЩО частина>	::= <умовний елемент>*
<умовний елемент>	::= <шаблон-зразок> <not-UE> <and-UE> <or-UE> <виклик функції>
<not-UE>	::= not <умовний елемент>
<and-UE>	::= <умовний елемент> and <умовний

	елемент>
<or-УЕ>	::= <умовний елемент> or <умовний елемент>
<шаблон-зразок>	::= зразок, з яким співставляється фактичний вміст оперативної пам'яті машини логічного виводу
<виклик функції>	::= здійснюється виклик функції, яка повертає деякий результат. Саме таким чином використовуються процедурні знання.
<ТОДІчастина>	::= набір дій, що повинні бути виконані
<коэф. Впевненості>	::= число в межах від 0 до 1, яка визначає міру можливості того, що при виконанні ЯКЩОчастини виконається ТОДІчастина

Дані, що містяться в базі знань, організовані як реляційна база даних. Дані передбачено поділяти на два види:

- чіткі – дані, що констатують деякі чітко визначені факти
- нечіткі або неповні дані – це дані, що не мають чітких значень і є відносними.

Представлення такого роду інформації як нечіткі або неповні дані базується на теорії нечітких множин. Одним з прикладів нечітких даних, взятих з системи “ТехноЕксперт”, є поняття *урожай до 60 ц/га*. Таке поняття представляється за допомогою нечіткої множини, зображеної на рис. 2.



Рис. 2. Нечітка множина “урожай до 60 ц/га”

Машина логічного виводу реалізована як система співставлення зі зразком та система логічного виводу “від фактів до мети”. Машина логічного виводу може оперувати не лише чітко визначеними, але й нечіткими чи неповними даними. Крім цього, вона оперує коефіцієнтами впевненості, що асоційовані як з правилами, так і з даними. Машина логічного виводу безпосередньо пов'язана з базою знань, оскільки база знань – це фактично FuzzyCLIPS програма, що будується підсистемою управління базою знань.

Підсистема управління базою знань має наступні основні функції:

- Введення та виведення даних та правил, що є основними складовими бази знань, у зручній для користувача формі
- "Спілкування" з машиною логічного виводу та вивід результату її роботи у зручній для користувача формі.

1. Hayes-Roth F., Waterman D.A. and Lenat D. Building Expert Systems, Reading, Mass: Addison-Wesley, 1983.
 2. Лихочвор В.В. Ресурсноощадна технологія вирощування озимої пшениці для умов Західної України, Львів: ЛДАУ, 1997.
 3. CLIPS Reference Manual, Version 6.0, Vol.1, Vol.2. Software Technology Branch, Lyndon B. Johnson Space Center, 1993.
 4. Orchard R.A. FuzzyCLIPS Version 6.04. Knowledge Systems Laboratory, Institute for Information Technology, National Research Council, Canada, 1995.

УДК 519.6

Б.М. Голуб, Ю.П. Оліярник

ЛОКАЛЬНЕ ЗБІЛЬШЕННЯ ФУНКЦІЇ МЕТИ В ТУНЕЛЬНИХ АЛГОРИТМАХ ГЛОБАЛЬНОЇ МІНІМІЗАЦІЇ

Розглянемо задачу глобальної оптимізації

$$f(x) \rightarrow \min_X, \quad x = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in X \subset R^n, \quad (1)$$

де $f(x)$ – ліпшицева функція на компактній множині X .

Нехай $x^* \in X$ – деяка ізольована точка локального мінімуму задачі

(1). Позначимо:

$$A(f; x^*) = \{x \in X : f(x) \geq f(x^*)\} \setminus \{x^*\}; \quad (2)$$

$$B(f; x^*) = \{x \in X : f(x) < f(x^*)\} \quad (3)$$

$$B_\varepsilon(f; x^*) = \{x \in X : f(x) \leq f(x^*) - \varepsilon\}, \quad \varepsilon > 0 \quad (4)$$

$$S(f; x^*) = \{x \in X : f(x^*) < f(\alpha x + (1 - \alpha)x^*) < f(\beta x + (1 - \beta)x^*) < f(x)\}, \quad 0 < \alpha < \beta < 1 \quad (5)$$