

УДК 681.518:004.93.1

І.В. ШЕЛЕХОВ, О.О. ДЗЮБА

Сумський державний університет, Україна

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ГІБРИДНОГО АЛГОРИТМУ НА ФУНКЦІОНАЛЬНУ ЕФЕКТИВНІСТЬ НАВЧАННЯ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

*Розглянуто основні параметри функціонування гібридного алгоритму синтезу системи підтримки прийняття рішень у рамках інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології. Здійснено аналіз впливу цих параметрів на функціональну ефективність навчання системи підтримки прийняття рішень. На основі аналізу впливу розміру популяції, ймовірності мутації та періоду очікування на роботу алгоритму було обрано оптимальні значення цих параметрів, що дозволило підвищити оптимальність синтезованої системи та покращити оперативність її навчання.*

**Ключові слова:** інформаційно-екстремальна інтелектуальна технологія, система підтримки прийняття рішень, генетичний алгоритм, параметри функціональної ефективності, навчання, популяція, мутація.

### Вступ

Сучасний рівень автоматизації виробництва вимагає інтенсивної розробки та впровадження інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень (СППР) [1-3]. Серед таких систем найбільш перспективними вважаються здатні навчатися (самонавчатися) системи, що дозволяють наділяти автоматизовані системи керування властивістю адаптивності. При цьому невід'ємною частиною алгоритмів навчання таких систем є методи багатопараметричної оптимізації їх параметрів функціонування, які впливають на функціональну ефективність СППР [4-6]. Як ефективні методи багатопараметричної оптимізації у багатьох задачах, пов'язаних із синтезом інтелектуальних СППР добре себе зарекомендували генетичні алгоритми та алгоритми еволюційного програмування [2,5,7,8]. При цьому мало дослідженою задачею все ще залишається аналіз залежності збіжності процесу оптимізації від параметрів гібридного алгоритму. У праці [9] запропоновано гібридний алгоритм (ГА) синтезу інтелектуальної СППР у рамках інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології (ІЕІТ), але не розглянуто задачу оптимізації параметрів генетичного алгоритму.

У статті досліджується вплив основних параметрів гібридного алгоритму на функціональну ефективність навчання СППР.

### 1. Постановка задачі

Розглянемо особливості алгоритму оптимізації параметрів функціонування інтелектуальної СППР за гібридним алгоритмом у рамках ІЕІТ [9].

На етапі формування вхідного математичного опису генерується множина випадкових значень параметрів функціонування СППР (словника ознак розпізнавання та системи контрольних допусків на ознаки розпізнавання [9]) – початкова популяція, що складається з  $M$  істот (допустимих розв'язків задачі оптимізації).

$$S_0 = \{s_1, s_2, \dots, s_M\}, s_i = \{\Omega_i, D_i\}, \quad (1)$$

Проводиться навчання у рамках ІЕІТ для словника ознак розпізнавання ( $\Omega_i$ ) та системи контрольних допусків ( $D_i$ ), які описуються геномом даної особи та знаходиться значення фітнес-функції для цієї особи:

$$f(s_i) = E^*(\Omega_i, D_i) - k \frac{|\Omega_i|}{|\Omega|} \quad (2)$$

де  $E^*$  – інформаційний критерій функціональної ефективності (КФЕ) СППР;

$k$  – коефіцієнт, що описує пріоритет точності над потужністю словника ознак розпізнавання і  $|\Omega|$  – потужність початкового словника ознак розпізнавання.

Подальша оптимізація параметрів проходить шляхом отримання нової популяції  $S_{j+1}$  із попередньої шляхом застосування операторів мутації, кросингову та селекції, що містить в середньому кращі розв'язки ніж попередня.

Розв'язок вважається оптимальним, якщо він не покращується протягом деякої кількості циклів змін популяцій – епох, що називається періодом очікування.

Основними параметрами гібридного алгоритму, що впливають на збіжність процесу оптимізації

тут виступають: обсяг початкової популяції  $M$ , ймовірність мутації  $\mu$  та період очікування  $W$ .

Необхідно вивчити вплив параметрів  $M$ ,  $\mu$  та  $W$  на роботу гібридного алгоритму синтезу СППР та вибрати такі їх значення, що дадуть змогу побудувати оптимальну СППР з мінімальним обсягом словника ознак розпізнавання за найменшу кількість епох.

У якості критеріїв оптимальності гібридного алгоритму виступають максимальне значення КФЕ та потужність словника ознак розпізнавання для синтезованої алгоритмом СППР та кількість епох, що знадобилися для її отримання.

## 2. Аналіз функціонування гібридного алгоритму

Вплив параметрів гібридного алгоритму на його функціональну ефективність досліджувався безпосередньо в процесі оптимізації параметрів функціонування СППР.

Для різних обсягів популяції  $M$  проводилася оптимізація параметрів СППР при двох значеннях ймовірності мутації.

Його вплив на максимум критерію функціональної ефективності, потужність словника ознак розпізнавання та на кількість ітерацій алгоритму наведено на рис. 1 – 3 відповідно:

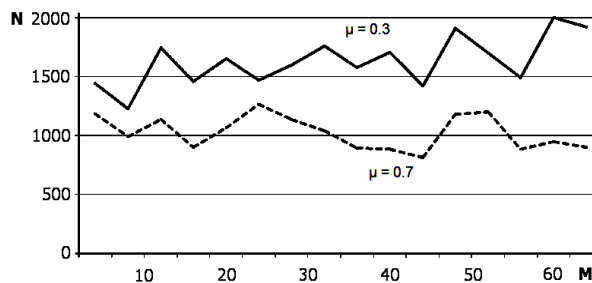


Рис. 1. Залежність кількості епох оптимізації від обсягу популяції при різних значеннях ймовірності мутації

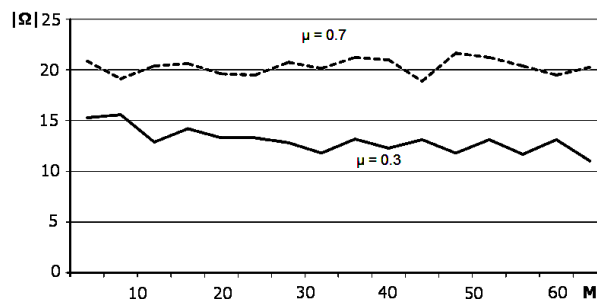


Рис. 2. Залежність потужності отриманого словника ознак розпізнавання від обсягу популяції

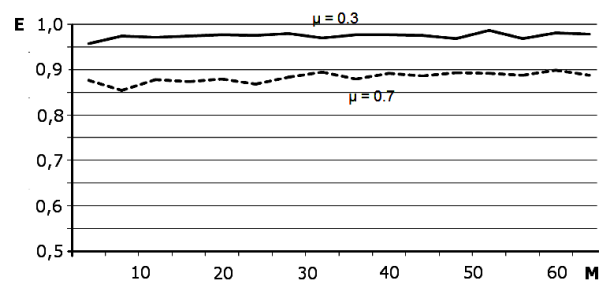


Рис. 3. Залежність максимального значення КФЕ від обсягу популяції

На рис. 1 показана залежність кількості епох, що необхідні для досягнення максимуму КФЕ від обсягу початкової популяції. З рисунку можна зробити висновок, кількість епох практично не залежить від обсягу популяції.

Проаналізувавши рис. 2 та 3 можна зробити висновок, що обсяг популяції також незначно впливає на оптимальність синтезованої СППР, але впливає на оперативність роботи алгоритму, оскільки більший обсяг популяції означає виконання більшої кількості операцій кожної епохи. Але враховуючи той факт, що обсяг популяції впливає на кількість операцій, що виконуються кожної епохи, ефективним з точки зору оперативності можна вважати невелике значення обсягу популяції.

Вплив ймовірності мутації аналізувався аналогічним методом, виходячи із результатів роботи ГА при різних його значеннях. Результати наведено на рис. 4, 5 та 6 для двох значень обсягу популяції:

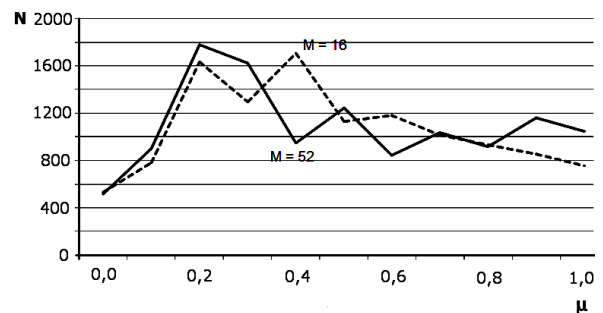


Рис. 4. Залежність кількості епох оптимізації від ймовірності мутації для двох значень обсягу популяції

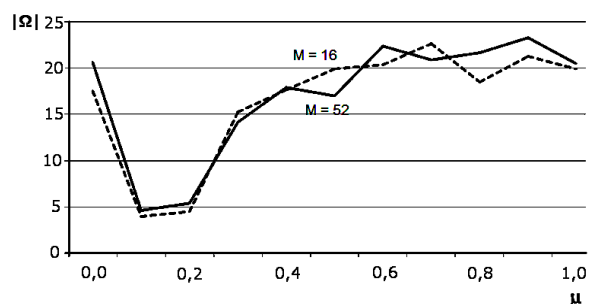


Рис. 5. Залежність потужності отриманого словника ознак розпізнавання від ймовірності мутації

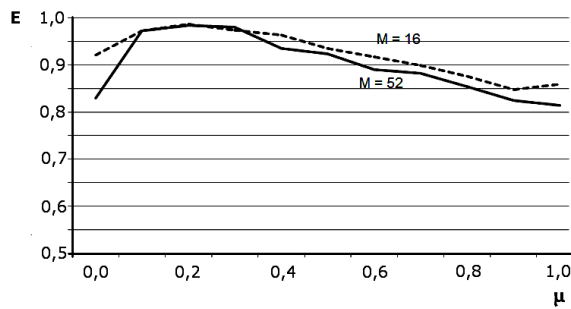


Рис. 6. Залежність максимуму КФЕ від ймовірності мутації

Проаналізувавши рис. 4, 5 та 6 можна зробити висновок що ймовірність мутації значно впливає на оптимальність результату по всім критеріям. Причому в області оптимальних значень цього параметру щодо оптимізації КФЕ та потужності словника ознак, погіршується оперативність досягнення оптимуму.

Тому ефективним можна вважати вибір невеликого значення ймовірності мутації, що дозволить оптимізувати збіжність гібридного алгоритму.

На рис. 7 – 9 показано залежності критеріїв оптимальності роботи ГА від періоду очікування  $W$ :

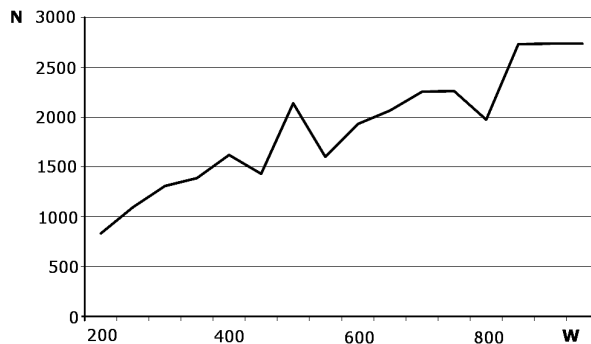


Рис. 7. Залежність кількості епох від періоду очікування

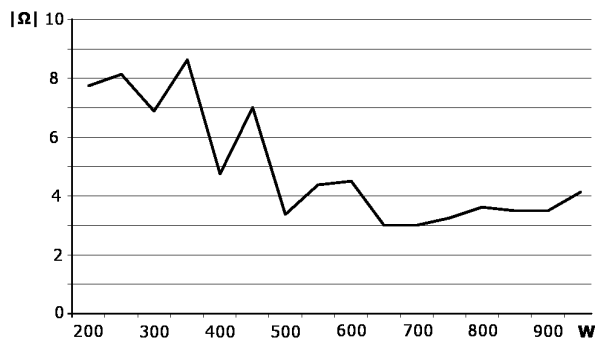


Рис. 8. Залежність потужності словника ознак розпізнавання від періоду очікування

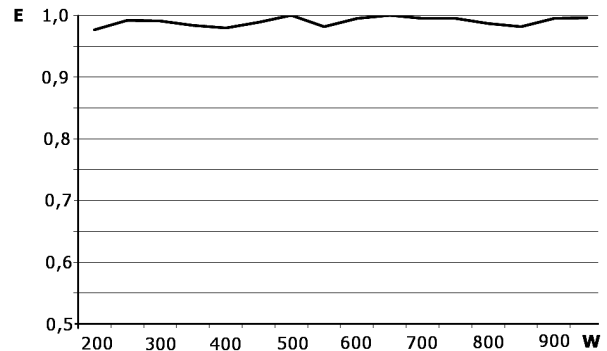


Рис. 9. Залежність максимуму КФЕ від періоду очікування

Як видно із рисунків 7 – 9 період очікування функціонально пов'язаний із кількістю епох, що пов'язано із визначенням цього параметру, незначно впливає на КФЕ та дає словники ознак розпізнавання мінімальної потужності при значенні від 700.

## Висновки

1. Обсяг популяції незначно впливає як на кількість епох, максимум КФЕ так і на розмірність словника ознак розпізнавання, але при значному збільшенні збільшує вплив випадкових факторів на результат.

2. Ймовірність мутації значно впливає на роботу алгоритму. При цьому оптимальні значення КФЕ, розміру словника ознак розпізнавання та кількості епох знаходяться в одній області значень ймовірності, що дозволяє вибрати одне оптимальне значення ймовірності мутації.

3. Період очікування функціонально пов'язаний із кількістю епох, що виходить із його визначення; незначно впливає на КФЕ та показує, що розмірність словника ознак розпізнавання оптимізується після знаходження оптимального значення КФЕ.

Таким чином, результати дослідження дозволили вибрати оптимальні значення параметрів функціонування гібридного алгоритму, що дало змогу покращити точність оптимізації параметрів функціонування СППР та підвищити оперативність роботи гібридного алгоритму.

## Література

1. Геловани В.А. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений в нестандартных ситуациях с использованием информации о состоянии природной среды / В.А. Геловани, А.А. Башлыков, В.Б. Бритков, Е.Д. Вязилов – М.: URSS, 2001. – 304 с.
2. Goldberg D.E. Genetic Algorithms in Search, Optimisation and Machine Learning / D.E. Goldberg – USA: Addison Wesley Publ. Company, Inc. 1989. – 412 p.

3. Ерофеев А.А. Интеллектуальные системы управления / А.А. Ерофеев, А.О. Поляков. – СПб: Изд. СПбГТУ, 1999. – 263 с.

4. Дзюба О.О. Паралельна оптимізація параметрів функціонування системи керування, що навчається / О.О. Дзюба // Інтеллектуальні системи в промисловості і освіті – 2007: матеріали першої наук.-техн. конф., СумДУ, Суми, 2007. – С. 44.

5. Рідкокаша А.А. Основи штучного інтелекту: навчальний посібник / А.А. Рідкокаша, К.К. Голдер. – Черкаси: «Відлуння-Плюс», 2002. – 240 с.

6. Краснополюсовський А.С. Інформаційний синтез інтеллектуальних систем керування, що навча-

ються / А.С. Краснополюсовський. – Суми: Видавництво СумДУ, 2003. – 264 с.

7. Mitchell M. An introduction to genetic algorithms / M. Mitchell. – Massachusetts: The MIT Press – 1998. – 221 p.

8. Whitley D. Genetic Algorithms and Neural Networks / Winter, Periaux, Galan and Cuesta, eds. - John Wiley – 1995. – 315 p.

9. Довбиш А.С. Гібридний алгоритм оптимізації параметрів функціонування системи підтримки прийняття рішень, що навчається / А.С. Довбиш, О.О. Дзюба // Вісник Сумського державного університету. Технічні науки №2'2008 – Суми: Видавництво СумДУ, 2008. – С. 70.

Надійшла в редакцію 16.07.2009

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф., завідувач кафедри інформатики О.Ю. Соколов, Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», Харків, Україна.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ГИБРИДНОГО АЛГОРИТМА НА ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБУЧЕНИЯ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

*И.В. Шелехов, А.А. Дзюба*

Рассмотрены основные параметры функционирования гибридного алгоритма синтеза системы поддержки принятия решений в рамках информационно-экстремальной интеллектуальной технологии. Проведен анализ влияния этих параметров на функциональную эффективность обучения системы поддержки принятия решений. На основании анализа влияния размера популяции, вероятности мутации и периода ожидания на работу алгоритма были выбраны оптимальные значения этих параметров, что позволило повысить оптимальность синтезированной системы и улучшить оперативность её обучения.

**Ключевые слова:** информационно-экстремальная интеллектуальная технология, система поддержки принятия решений, генетический алгоритм, параметры функциональной эффективности, обучение, популяция, мутация.

### ANALYSIS OF HYBRID ALGORITHM PARAMETERS INFLUENCE ON DECISION SUPPORT SYSTEM LEARNING FUNCTIONAL EFFICIENCY

*I.V. Shelehov, O.O. Dziuba*

Main functioning parameters of decision support system hybrid algorithm in frame of information-extremal intellectual technology is considered. Analysis of this parameters influence on decision support system learning functional efficiency is resulted. Population size, mutation probability and waiting period optimal values are selected, based on analysis of this parameters influence on algorithm functioning. That allowed increasing of created system optimality and improving of learning performance.

**Key words:** information-extremal intellectual technology, decision support system, genetic algorithm, functional efficiency parameters, learning, population, mutation.

**Шелехов Ігор Володимирович** – асистент кафедри інформатики Сумського державного університету, Суми, Україна, e-mail: kras@id.sumdu.edu.ua.

**Дзюба Олексій Олександрович** – аспірант кафедри інформатики Сумського державного університету, Суми, Україна, e-mail: atamur@yandex.ua.