

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ  
ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВО-НАВЧАЛЬНИЙ ЦЕНТР  
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І СИСТЕМ  
НАН І МОНмолодьспорту УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ АЕРОКОСМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМ. М. С. ЖУКОВСЬКОГО  
«ХАРКІВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ»



## **Інтелектуальні системи в промисловості і освіті (ІСПО) – 2011**

Тези доповідей  
Третьої міжнародної науково-практичної конференції  
(Суми, 2-4 листопада 2011 року)

Том 2  
Суми – 2011

УДК 004.89 (063)

ББК 32.81+32.96+32.97+74.04+74.580

I 70

**Інтелектуальні системи в промисловості і освіті:**  
I 70 тези доповідей Третьої міжнародної науково-практичної конференції, м. Суми, 2-4 листопада 2011 р. / редкол.: А. С. Довбиш, О. А. Борисенко, С. П. Шаповалов. – Суми: Сумський державний університет, 2011. – Т. 2. –153 с.

До збірника увійшли тези доповідей Третьої міжнародної науково-практичної конференції «ІСПО-2011» (2-4 листопада 2011 р., м. Суми), які висвітлюють стан та перспективи розвитку інтелектуальних технологій у різних галузях соціально-економічної сфери суспільства.

Тези доповідей будуть корисними для студентів, аспірантів, науковців і фахівців, які займаються розробленням та впровадженням інтелектуальних технологій.

УДК 004.89 (063)

ББК 32.81+32.96+32.97+74.04+74.580

© Сумський державний університет, 2011

---

**ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**Почесні голови**

ГРИЦЕНКО В. І., професор, директор міжнародного науково-навчального центру інформаційних технологій і систем НАН і МОНмолодьспорту України (Київ, Україна).

ВАСИЛЬЄВ А. В., професор, ректор Сумського державного університету (Суми, Україна).

**Співголови**

ЧОРНОУС А. М., д-р фіз.-мат. наук, професор, проректор з наукової роботи Сумського державного університету (Суми, Україна).

ДОВБИШ А. С., д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерних наук (Суми, Україна).

**Члени програмного комітету**

АВЕРЧЕНКОВ В. І., д-р техн. наук, професор, заслужений діяч науки і техніки Російської Федерації, Брянський технічний університет (Брянськ, Росія).

БОРИСЕНКО О. А., д-р техн. наук, професор, Сумський державний університет (Суми, Україна).

ГАРБАРЧУК В., д-р техн. наук, професор, Люблінський технічний університет (Люблін, Польща).

КАЛАШНІКОВ В. В., д-р фіз.-мат. наук, професор (Монтерей, Мексика).

КОВАЛЕНКО О. С., д-р мед. наук, професор, Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій і систем НАН і МОНмолодьспорту України (Київ, Україна).

КОШОВИЙ М. Д., д-р техн. наук, професор, Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут" (Харків, Україна).

КУПЕНКО О. В., канд. пед. наук, доцент, Сумський державний університет (Суми, Україна).

## ***Оргкомітет конференції***

- ЛАВРОВ Є. А., д-р техн. наук, професор, Сумський державний університет (Суми, Україна).
- ЛЮБЧАК В. О., канд. фіз.-мат. наук, доцент, проректор з науково-педагогічної роботи Сумського державного університету (Суми, Україна).
- МАНАКО А. Ф., д-р техн. наук, Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій і систем НАН і МОНмолодьспорту України (Київ, Україна).
- МУХАМЕДІЄВ Р. І., д-р інж. наук, асоційований професор, Вища школа менеджменту інформаційних систем (Рига, Латвія).
- СОКОЛОВ О. Ю., д-р техн. наук, професор, Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського “Харківський авіаційний інститут” (Харків, Україна).
- ЧАПЛИГА В. М., д-р техн. наук, професор, Львівський інститут банківської справи Університету банківської справи НБУ (Львів, Україна).

### **ОРГКОМІТЕТ**

#### **Голова**

ДОВБИШ А. С., д-р техн. наук, професор (СумДУ, Суми, Україна).

#### **Члени оргкомітету**

ПІВЕНЬ А. Г., начальник центру комп’ютерних технологій (СумДУ, Суми, Україна).

ШАПОВАЛОВ С. П., канд. фіз.-мат. наук, доцент (СумДУ, Суми, Україна).

ШЕЛЕХОВ І. В., канд. техн. наук, ст. викладач (СумДУ, Суми, Україна).

#### **Відповідальні секретарі**

МАРТИНЕНКО С. С. (СумДУ, Суми, Україна).

ВОЛКОВ Р. С. (СумДУ, Суми, Україна).

**ПОКАЖЧИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ****С.****Секція Застосування інтелектуальних систем у соціумі**

1. **Андрієнко Н. І.** Автоматизована система підтримки прийняття рішень для контролю якості технічних виробів.....9
2. **Купин А. И., Азарян А. В.** Обобщенный алгоритм принятия решений для 1 стадии рудообогатительной фабрики.....12
3. **Белявцева Т. В., Біла Ю. А.** Економічний аналіз засобами MICROSOFT EXCEL .....14
4. **Бірюкова М. М.** Розробка алгоритму оптимізації словника ознак розпізнавання за методом випадкового пошуку .....16
5. **Бісікало О. В., Назаров І. О.** Визначення сенсу природно-мовних конструкцій на основі моделі розповсюдження обмежень.....18
6. **Богданова Л. М., Лютакова Е. М.** Использование динамических экспертных систем для принятия решений в механообработке .....21
7. **Борвенко Е. А.** Разработка web-приложения тематического анализа текстового контента интернет .....25
8. **Довбиш А. С., Чала А. В.** Класифікаційне прогнозування валютного курсу .....26
9. **Чередниченко А. В., Концевич В. Г.** Использование экспертных систем в проектах ландшафтного дизайна .....31
10. **Чибирик Я. И., Сидоренко А. А.** Объекты правовой охраны компьютерных программ.....33
11. **Чумаченко Д. И.** Применение нейронных сетей на примере многослойного персептрона для аппроксимации данных .....37
12. **Востоцький В. О., Дедик Н. А.** Гібридна інтелектуальна система керування вирощуванням скінтіляційних монокристалів.....38

## ***Показчик тез доповідей***

13. **Дібров Б. О., Петров С. О.** Розробка методики конкурентного аналізу ефективності інформаційних систем.....41
14. **Дібров Б. О.** Інтелектуальна система підтримки прийняття рішень для прогнозування курсу валют .....44
15. **Дзюба О. О.** Оптимізація параметрів ретроспективного зсуву системи керування розподіленим технологічним процесом .....47
16. **Федорович О. Е., Западня К. О., Греков Л. Д.** Управление проектом по созданию и реинжинирингу геораспределенной производственной системы.....49
17. **Петров С. О., Глушко С. О.** Інформаційна технологія автоматичної агрегації метаданих на базі ОАІ-РМН ..... 50
18. **Гжебовский Я. Э., Шатохина Н. К.** Интеллектуальная система управления мобильным роботом на основе метода нечеткой логики.....53
19. **Кошовий М. Д., Костенко О. М.** Програмно-апаратні засоби оптимального планування експерименту .....55
20. **Котенко С. М.** Інформаційний та програмний синтез гібридної системи кластерного керування .....59
21. **Востоцький В. О., Козирєв Є. О.** Інтелектуальна системи відмовостійкого керування вирощуванням скінтиляційних монокристалів .....63
22. **Кулинченко Г. В., Андрусенко А. А.** Использование инструментария codesys в разработке программного обеспечения установки прессования.....66
23. **Кулинченко Г. В., Багута В. А.** Програмное обеспечение установки отлива пленок.....70
24. **Кириленко Г. О.** Класифікація випадкових процесів засобами нечіткої логіки з використанням середовища MATLAB та пакету FUZZY LOGIC TOOLBOX.....73
25. **Кузіков Б. О.** Застосування інформаційно-екстремального керування навчальною діяльністю на основі прецедентів .....76
26. **Купін А. І., Кузнєцов Д. І.** Визначення оптимальних характеристик нейромережі в задачах ідентифікації електрообладнання.....78

27. <b>Лавров Е. А., Пасько Н. Б.</b> Система поддержки принятия решений для оператора-руководителя .....	80
28. <b>Лещенко А. Б., Селютин Д. А.</b> Разработка метода комплексного прогнозирования показателя качества производства.....	85
29. <b>Leshchenko A. B., Guk A. V.</b> Integration of information systems on the basis of the protocol sharing health level 7 .....	86
30. <b>Лещенко Ю. А.</b> Управление жизненным циклом техники.....	87
31. <b>Логинов А. В.</b> Использование биномиальной системы счисления для представления решений в генетическом алгоритме.....	88
32. <b>Лябик О. А., Тарасов А. Ф., Винников М. А.</b> Онтологический подход при решении эвристических задач.....	90
33. <b>Малеева О. В., Елизева А. В.</b> Имитационное моделирование процесса поставки ресурсного обеспечения инновационного развития производства.....	92
34. <b>Молчанова О. Г.</b> Проблемы управления системами тестирования высокой ответственности.....	95
35. <b>Москаленко В. В.</b> Класифікаційний регулятор для автоматизованої системи вирощування монокристалів.....	97
36. <b>Купін А. І., Музика І. О.</b> Застосування кластерного аналізу при побудові регресійних моделей .....	101
37. <b>Ногина Н. В., Пряничникова Е. А., Грунский И. С.</b> Алгоритм анализа языков, представимых в графах с отмеченными вершинами.....	103
38. <b>Ободяк В. К., Самойлов С. Г.</b> Разработка бюджетной локальной сети для комплекса зданий.....	105
39. <b>Ємець О. О., Ємець Є. М., Ольховський Д. М.</b> Розв'язування оптимізаційних задач методом відсікання вершин графа переставного многогранника .....	106
40. <b>Панич А. О.</b> Інтелектуальна система підтримки прийняття рішень для автоматизації порізу довгомірних матеріалів.....	109
41. <b>Петров С. А., Подкуйко А. А.</b> Разработка алгоритмов искусственного интеллекта в игровых задачах.....	116
42. <b>Замятин Д. С., Пишта Я. В.</b> Методы защиты java программ.....	118

43. **Руденко М. С.** Комп'ютеризована система діагностування онкопатологій ..... 124
44. **Сагайда П. И., Тютюнник Ю. П.** Повышение интеллектуальности систем поддержки принятия решений за счет извлечения нечетких предпочтений из результатов попарных экспертных оценок альтернатив ..... 127
45. **Шабалина Ю. А.** Разработка распределенной системы концептуального проектирования сложных технических объектов ..... 129
46. **Шендрик В. В., Зінченко Н. О., Гордієнко І. О.** Оптимальне проектування відцентрових насосів при наявності нелінійних конструктивних обмежень ..... 130
47. **Авраменко В. В., Слепушко Н. Ю.** Оперативный контроль системы стабилизации скорости вращения двигателя..... 132
48. **Соколов А. А.** Внедрение методов современной теории тестирования в процессы формирования команды проекта ..... 135
49. **Стадник Г. А., Рябіченко В. В.** Система підтримки прийняття рішень при лікуванні гепатиту С ..... 136
50. **Таран С. В.** Метод иерархий Саати для планирования производственных..... 140
51. **Товстик А. В.** Интеграция языка логического программирования PROLOG и мультиагентной среды NETLOGO в моделировании задач логистики..... 141
52. **Волченко Е. В.** Построение взвешенной выборки w-объектов при обработке результатов социологических исследований ..... 143
53. **Яровий А. А., Борисов А. О., Мудрик В. В.** Високопродуктивний обчислювальний мережевий комплекс на основі сучасних паралельно-ієрархічних технологій та GPGPU ..... 146
54. **Неня В. Г., Захарченко В. П.** Організація інформаційного забезпечення територіальних інформаційних систем..... 149
55. **Чемич М. Д., Босенко Г. А.** Інтелектуальна система діагностування та прогнозування перебігу гострої кишкової інфекції..... 150



УДК 616.07:004.032.26

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ  
ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ  
ТЕХНІЧНИХ ВИРОБІВ

Н. І. Андрієнко, аспірант,  
Сумський державний університет  
andriienko@sumdu.edu.ua

У технологічному процесі вхідного контролю матеріалів виникає задача розпізнавання зображень, одержаних у рентгенодефектоскопії. Тому актуальною є задача створення автоматизованої системи підтримки прийняття рішень (СППР) для контролю та діагностування технічних виробів. Розглянемо результати застосування інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології [1] для проектування здатних навчатися СППР для перевірки сортності металів за їх рентгенограмами.

Розроблено інформаційно-екстремальні алгоритми навчання, які дозволили побудувати безпомилкові за навчальною матрицею вирішальні правила для трьох класів розпізнавання структури металів та екзамену СППР і відповідне спеціальне програмне забезпечення. Початкова класифікована нечітка навчальна матриця яскравості складалася з 100 структурованих векторів-реалізацій образу, кожний з яких включав 100 ознак.

Алгоритм навчання СППР полягав в оптимізації контрольних допусків на ознаки розпізнавання за модифікованим ентропійним критерієм функціональної ефективності

(КФЕ), який є функціоналом від точнісних характеристик навчання.

Для побудови безпомилкових за навчальною матрицею вирішальних правил було реалізовано алгоритм паралельно-послідовної оптимізації системи контрольних допусків, який дозволив підвищити оперативність навчання СППР. Визначені при паралельній оптимізації контрольні допуски на ознаки розпізнавання приймалися як стартові при реалізації алгоритму послідовної оптимізації контрольних допусків, структура якої має вигляд:

$$\{\delta_{K,i}^*\} = \left\langle \arg \left\{ \max_{G_{\delta_i}} \left\{ \max_{G_E} \left[ \bigotimes_{l=1}^L \max_{G_{d_l}} E_1^{(l)} \right] \right\} \right\} \right\rangle, i = \overline{1, N},$$

де  $G_{\delta_i}, G_E, G_{d_l}$  – області допустимих значень поля контрольних допусків для  $i$ -ї ознаки, критерію оптимізації і радіусів контейнерів класів розпізнавання, що відновлюються в радіальному базисі простору ознак розпізнавання відповідно;  $l$  – змінна кроків збільшення параметра поля допусків  $\delta$ ;  $E_1^{(l)}$  – значення КФЕ в робочій області його визначення після  $l$ -го кроку зміни параметра  $\delta$ ;  $\otimes$  – символ операції повторення.

На рис. 1 показано графік зміни усередненого для заданого алфавіту ентропійного КФЕ за паралельно-послідовним алгоритмом оптимізації системи контрольних допусків на ознаки розпізнавання на кожному з кроків роботи алгоритму.

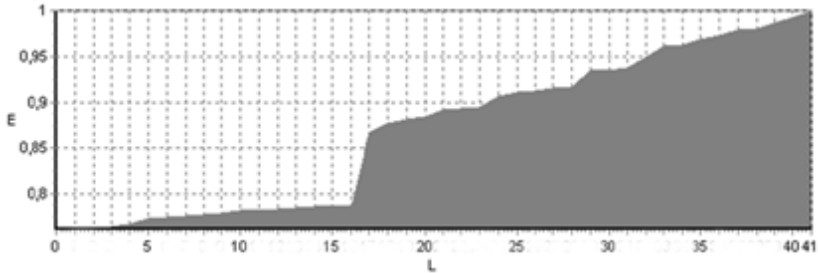


Рис. 1. Графік зміни КФЕ при оптимізації системи контрольних допусків на ознаки розпізнавання в процесі навчання СППР

Аналіз рис.1 показує, що оптимальне значення поля контрольних допусків було отримано на 41-ій ітерації процесу навчання при максимальному граничному значенні нормованого ентропійного КФЕ  $E=1,0$ .

Таким чином, проведена оптимізація параметрів навчання СППР дозволила побудувати безпомилкові за навчальною матрицею вирішальні правила і забезпечити прийнятну оперативність навчання СППР.

1. Довбиш А. С. Основи проектування інтелектуальних систем: навчальний посібник/А. С. Довбиш. – Суми: Видавництво СумДУ, 2009.– 171 с.

УДК 004.83

## ОБОБЩЕННЫЙ АЛГОРИТМ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ 1 СТАДИИ РУДООБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ

А. И. Купин, д-р техн. наук; А. В. Азарян, аспирант,  
Криворожский национальный университет  
Dr.Stasie@mail.ru

Рудообогатительная фабрика является сложным для управления объектом с достаточно интенсивными потоками данных. Целью управления является стабильное получение на выходе концентрата заданного качества с максимальной переработкой исходной руды при изменении ее физико-химических и механических свойств на входе. Также накладывается ряд ограничений и условий на ведение процесса обогащения, в частности, используется критерий управления, при котором производится оптимизация одного показателя при наложении ограничений на остальные:

$$K = \begin{cases} Q \rightarrow \max \\ \beta_{k2} \leq \beta_k \leq \beta_{k1} \\ \beta_{xв} \leq \beta_{xв.дон.} \end{cases}$$

Широкий диапазон изменения физико-механических и химико-минералогических свойств исходной руды, наличие рециклов, значительная инерционность усложняют процесс управления на фабрике.

Предлагаются к использованию следующие функциональная схема и алгоритм принятия решений (рис. 1):

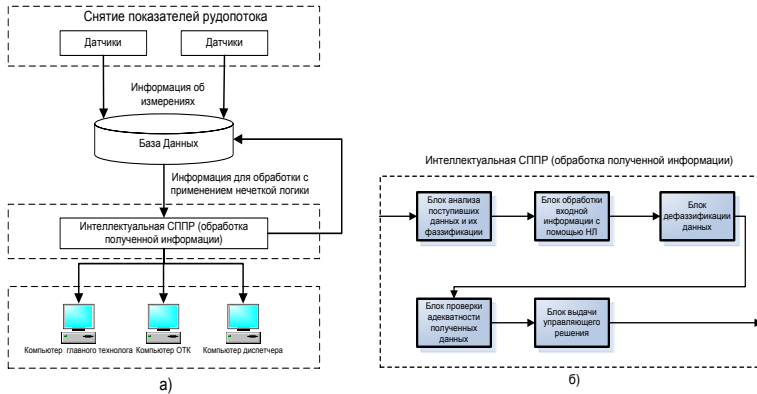


Рис.1. Функциональная схема (а) и алгоритм принятия решений при принятии решений для 1 стадии рудообогатительной фабрики (б).

Использование информационных технологий в горном производстве, в частности, принципов поддержки принятия решений обеспечит стабильность процесса контроля качества, позволит отслеживать тенденции протекания технологического процесса и проводить мониторинг качества продукции. Применение комплексного подхода к обеспечению качества на предприятии позволит повысить достоверность и надежность информационных потоков, уменьшить количество избыточной информации, исключить ошибки переписывания, повысить эффективность при соблюдении стандартов качества.

1. Марюта А. Н. Автоматическая оптимизация процесса обогащения руд на магнитообогатительных фабриках/ А. Н. Марюта – М. : Недра, 1975. – 231 с.
2. Home&Pro Robotics – программное обеспечение роботов. Информационный ресурс о робототехнике [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.prorobotics.ru/soft.asp>.

УДК 378.147:004

**ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ЗАСОБАМИ  
MICROSOFT EXCEL**

Т. В. Белявцева, канд. фіз.-мат. наук; Ю. А. Біла, аспірант,  
Харківський національний педагогічний  
університет імені Г. С. Сковороди  
belyuliya\_78@mail.ru

Ефективність комп'ютерних систем залежить від можливостей доступу, обробки й аналізу інформації. Дослідження розробників нових інтелектуальних систем спрямовані на розробку методів поєднання інтелекту людини й комп'ютерних систем. Останнім часом стрімко розвиваються й використовуються аналітичні технології.

Аналітичні технології - це методики, які на основі певних моделей, алгоритмів, математичних теорем дозволяють за відомим даними оцінити значення невідомих характеристик і параметрів.

Інтелектуальні аналітичні системи потрібні в першу чергу керівникам, аналітикам, економістам. За їх допомогою можна вирішувати проблеми прогнозування і оптимізації. Аналітичні системи та технології дозволяють створювати моделі, що істотно підвищують ефективність рішень.

Створення і реалізація моделей пошуку розв'язку на основі електронних таблиць Excel, дозволяє користувачам більш глибоко проникнути до суті економічного явища, використовувати аналітику електронних таблиць, обчислювальні ресурси, можливості зберігання та візуалізації

даних. На даному етапі акцентується увага на певному підході до процесу моделювання економічних процесів, а саме: необхідність аналізу та структурування ситуації, розробка моделі, її оцінка, інтерпретація та тестування результатів та реалізація рішення. Для створення якісної моделі економічного процесу на основі Excel необхідно акцентувати увагу користувача на основних прийомах роботи, а саме: чітко позначати вхідні дані моделі, змінні рішення, локальні та глобальні параметри, вказати критерії ефективності та вихідні параметри. Представлена модель має бути логічно коректною, відбивати основні альтернативи для порівняння, швидко змінюватися для проведення необхідного аналізу при зміні вхідних даних або параметрів.

Використання економічних моделей й інструментальних програмних засобів Excel забезпечує ефективний, надійний і якісний аналіз й обробку даних, вибір цілей і альтернатив, оцінку інвестиційно-фінансових проектів і прийняття рішень в умовах як визначеності, так і ризику невизначеності й ненадійності очікувань при одній або декількох цільових функціях і ряді обмежень на ресурси в умовах ринкової економіки.

1. Карминский А. М., Черников Б. В. Информационные системы в экономике : в 2-х ч. – Ч. 1. Методология создания: Учеб. пособие. – М. : Финансы и статистика, 2006. – 336 с. : ил.
2. Мур, Джеффри, Уэдерфорд, Ларри Р. и др. Экономическое моделирование в Microsoft Excel. – 6-е изд. : пер. с англ. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2004. – 1024 с. : ил.

УДК 681.518:004.93.1

**РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ОПТИМІЗАЦІЇ СЛОВНИКА  
ОЗНАК РОЗПІЗНАВАННЯ ЗА МЕТОДОМ  
ВИПАДКОВОГО ПОШУКУ**

М. М. Бірюкова, аспірант,  
Сумський державний університет  
margo\_biriukova@ukr.net

Розвиток інформаційно-екстремальної інтелектуальної (ІЕІ) технології [1] дозволяє знаходити нові застосування методам та алгоритмам навчання систем керування в різних галузях соціально–економічної сфери суспільства.

Серед задач підвищення функціональної ефективності здатних навчатися систем підтримки прийняття рішень важливого значення набуває задача оптимізації словника ознак. Розглянемо задачі оптимізації словника ознак розпізнавання в комп'ютеризованих системах оцінки рівня знань студентів, де під ознакою розуміється результат відповіді студента на тест, відображення на відповідну шкалу оцінювання. Оптимізація такого словника ознак відноситься до методології редукції простору ознак розпізнавання. Навіть невелике зниження потужності початкового словника ознак, дозволяє вирішити проблему його надлишковості та підвищити ефективність функціонування системи керування.

Найбільш відомими точнісними стохастичними методами з єдиним розв'язком є методи, що базуються на випадковому пошуку з різними модифікаціями. Використовуючи даний метод створено та реалізовано алгоритм оптимі-



зації словника ознак у рамках ІЕІ-технології. Випадковим чином було сформовано 300 варіантів словників, для кожного з яких проводилася оптимізація системи контрольних допусків на ознаки і радіусів контейнерів класів за ентропійним критерієм функціональної ефективності (КФЕ) для рівноймовірних двоальтернативних гіпотез [1]. На рис.1 показано динаміку зміни усередненого КФЕ при оптимізації словника ознак розпізнавання. При цьому горизонтальна лінія відповідає значенню КФЕ для початкового повного словника.

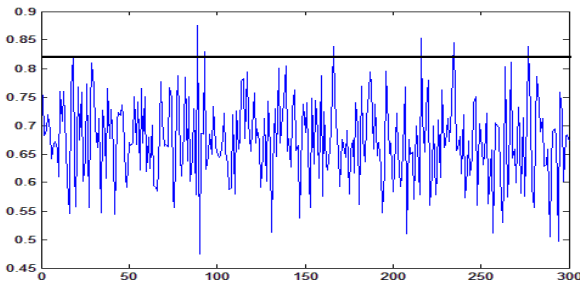


Рис.1. Результати оптимізації словника ознак методом випадкового пошуку.

Аналіз рис.1 показує, що ефективним слід визначити словник, одержаний на 86 кроці оптимізації.

Таким чином, запропонований алгоритм дозволяє сформувати словники, використання яких в системах машинного контролю знань студентів наближає її ефективність, а отже і достовірність оцінок до максимально можливої асимптотичної величини.

1. Довбиш А. С. Основи проектування інтелектуальних систем : навчальний посібник / А. С. Довбиш. – Суми : Видавництво СумДУ, 2009. – 171 с.

УДК 681.5

**ВИЗНАЧЕННЯ СЕНСУ ПРИРОДНО-МОВНИХ  
КОНСТРУКЦІЙ НА ОСНОВІ МОДЕЛІ  
РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ОБМЕЖЕНЬ**

О. В. Бісікало, канд. техн. наук; І. О. Назаров, студент,  
Вінницький національний технічний університет  
obisikalo@gmail.com  
igor.nazarov.1991@gmail.com

Комп'ютерне розуміння природно-мовних текстів є одним з провідних напрямків теорії штучного інтелекту, який знаходиться на межі інтересів як гуманітарних (педагогіка, лінгвістика, психологія спілкування тощо), так і технічних дисциплін (обчислювальна техніка, програмування, теорія представлення знань). Помітно невеликі успіхи у розв'язанні даної проблеми пояснюються, перш за все, складністю формалізації природної мови, а також відсутністю єдиного підходу у розумінні проблеми різними дослідниками. На даному етапі більшість з них визнають необхідність розгляду тексту не тільки з позицій морфології і синтаксису, скільки з погляду семантики [1].

Автоматичне розуміння текстової інформації дозволить вирішити цілий ряд досить складних задач. До них, у першу чергу, відноситься створення систем повнотекстових баз даних та інтелектуального пошуку, автоматичного індексування, гіпертекстових систем, систем автоматичного анотування і реферування, систем машинного перекладу, генерації тексту тощо [2]. Наразі очевидною є серйозна недосконалість наведених вище систем, які значно поступа-

ються у своїй функціональності природним можливостям людини.

Метою даної роботи є формалізація актуальної задачі визначення сенсу природно-мовних конструкцій на основі моделі розповсюдження обмежень, яка зводиться до оптимізації функцій від великої кількості дискретних аргументів. Специфіка підходу полягає у тому [3], що потрібну функцію представлено у вигляді суми великої кількості складових, кожна з яких залежить від малої кількості аргументів, у частковому випадку – від двох аргументів. Такі задачі відомі як (*max,+*)-задачі розмітки.

Нехай  $T = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  – текст на природній мові, тоді  $x_i \in T$  ( $i = \overline{1, n}$ ) – речення, з яких побудовано цей текст. У свою чергу, кожне  $i$ -те речення  $x_i = \{s_{i1}, s_{i2}, \dots, s_{im}\}$  складається з лексичних одиниць (слів)  $s_{ij}$  ( $j = \overline{1, m}$ ). Внаслідок мовного явища полісемії кожному слову може ставитися у відповідність сукупність певних мовних образів  $s_{ij} \rightarrow o = \{o_{ij1}, o_{ij2}, \dots, o_{ijk}\}$  ( $k = \overline{1, l}$ ), які фактично визначають сенси слова [4]. Для забезпечення найбільш якісного визначення сенсу покладемо виконання таких умов: максимізація відповідності слова мовному образу та асоціативному зв'язку для пари мовних образів. Тому введемо функції відповідності слова мовному образу  $F_{so}(s_{ij}, o_{ijk})$  і зв'язку між парою синтаксично поєднаних у реченні образів  $F_{oo}(o_{ijk}, o_{i',j',k'})$ . Значення цих функцій – це числа  $\alpha \in [0, 1]$ , які показують силу відповідних зв'язків та отри-

муються з матриць суміжності, попередньо складених для зазначених вище наборів даних. Отже, задача зводиться до максимізації суми функцій відповідності слова мовному образу і зв'язку між парою образів:

$$W = \max \left( \sum_{i,j,k} F_{so}(s_{ij}, o_{ijk}) + \sum_{i,j,k} F_{oo}(o_{ijk}, o_{i',j',k'}) \right). \quad (1)$$

Запропонована модель отримує вхідні дані з побудованого для певної мови нечіткого простору сенсу образних конструкцій [4] та може бути розв'язана одним з відомих методів [5]. У запропонованому підході зроблено акцент у обробленні природно-мовних текстів саме на визначенні сенсу, тобто на семантичному аналізі, а не, як у традиційних підходах, на морфологічному та синтаксичному. На відміну від більшості існуючих, даний підхід забезпечує кількісну оцінку семантичних зв'язків між лексичними одиницями речення.

1. Бісікало О. В. Концептуальні основи моделювання образного мислення людини / О. В. Бісікало. – Вінниця : ПП Балук І. Б., ВДАУ, 2009. – 163 с.

2. Леонтьева Н. Н. Автоматическое понимание текстов: системы, модели, ресурсы / Н. Н. Леонтьева. – М. : Издательский центр «Академия», 2006. – 304 с.

3. Шлезингер М. И. Десять лекций по статистическому и структурному распознаванию / М. И. Шлезингер, В. Главач. – К. : Наукова думка, 2004. – 545 с.

4. Бісікало О. В. Побудова нечітких відношень і простору сенсу образних конструкцій / О. В. Бісікало // Вісник КНУ ім. Тараса Шевченка. Серія : Фізико-математичні науки. – 2011. – Вип. № 1. – С. 70–73.

5. Werner T. A Linear Programming Approach to Max-sum Problem: A Review. IEEE Trans. on Pattern Recognition and Machine Intelligence. – 29(5.7). – July 2007.

УДК 621.002

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ЭКСПЕРТНЫХ  
СИСТЕМ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В  
МЕХАНООБРАБОТКЕ**

Л. М. Богданова, канд. техн. наук; Е. М. Лютакова,  
Донбасская государственная машиностроительная  
академия  
kit@dgma.donetsk.ua

Целью данной работы является определение возможностей ИТ в управлении параметрами механообработки деталей на конкретном рабочем месте в условиях тяжелого машиностроения.

Механообработка в последовательности этапов технологического процесса проводится после заготовительного этапа и термообработки. Точность крупных заготовок низкая, их параметры являются случайными величинами. Колебания параметров станка, оснастки и режущего инструмента тоже является случайными. Станочник должен оценить влияние всей гаммы случайных факторов и выбрать параметры обработки – глубину резания, подачу, скорость резания. Как показали исследования валков горячего проката на ЗАО НКМЗ, качество детали во многом закладывается уже на стадии получистовой обработки. Поэтому важно вовремя обеспечить станочника крупного универсального станка нужными рекомендациями. Для станков с ЧПУ режимы задаются в управляющей программе (УП), но с учетом конкретных условий обработки они должны корректироваться.

Рассмотрим процесс обработки деталей, начиная от разработки технологического процесса до получения готового изделия на примере механообработки.

Потоки информации, циркулирующие в технологической системе при механообработке, представлены на рисунке 1.

В долгосрочной перспективе на основе накопленных данных можно строить различные модели совершенствования производства с использованием систем принятия решений (СПР) (см. рис. 2). Подсистемы обеспечивающей части выделены в отдельные блоки, поскольку организационно отделены от процесса производства. Вопросы качества поставленного инструмента обрабатываются при входном контроле и в процессе его эксплуатации непосредственно в цеху. В экспертную систему должны поступать входные данные из подсистем, которые обслуживают станок, инструмент, приспособление, заготовку, а также данные о соответствии полученных параметров детали заданным в конструкторской документации, которые поступают из ОТК.

Предложенный подход в использовании ИТ технологий позволяет:

1. Подключить данные с каждого рабочего места в ЕИП, что делает их доступными каждому пользователю и пополняет корпоративную память предприятия.

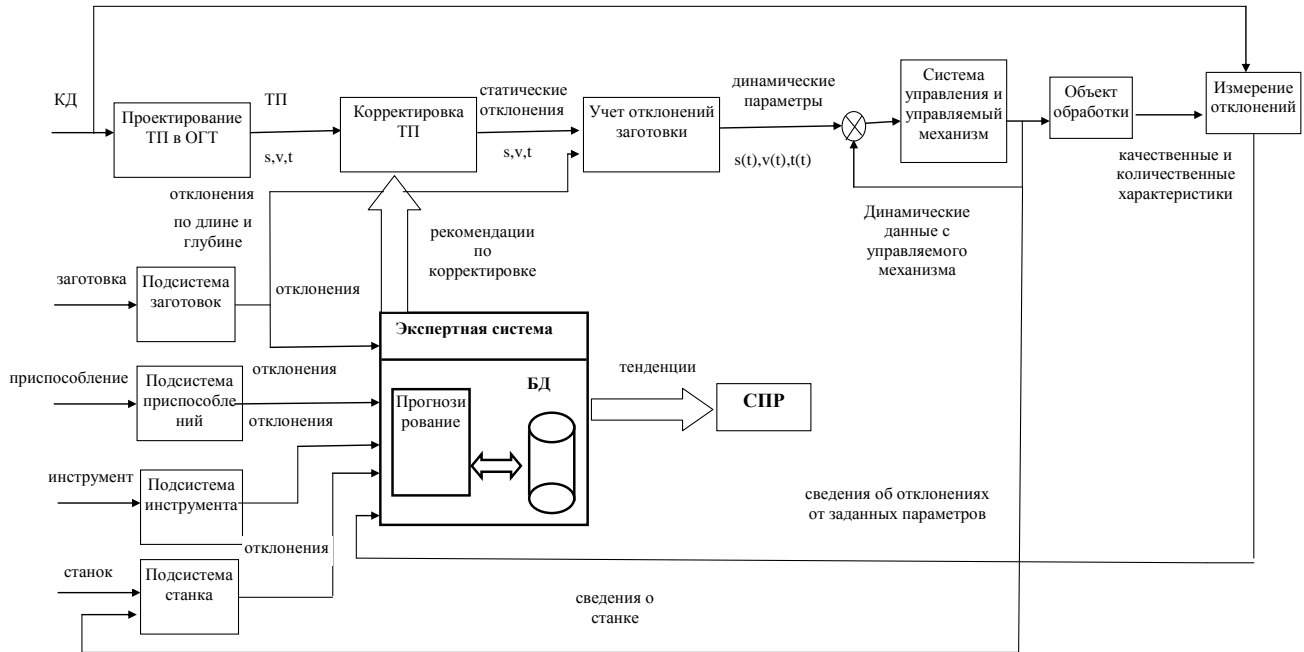


Рис. 1. Место экспертной системы в маршруте изготовления детали с учетом индивидуализации

2. Высвободить время цехового технолога, станочника для проведения других мероприятий, исключить случаи принятия ими решения в режиме недостатка времени за счет подключения ЭС.

3. Обеспечить выработку более качественных и надежных решений за счет использования в ЭС результатов моделирования на основе постоянно пополняющихся данных конкретного рабочего места.

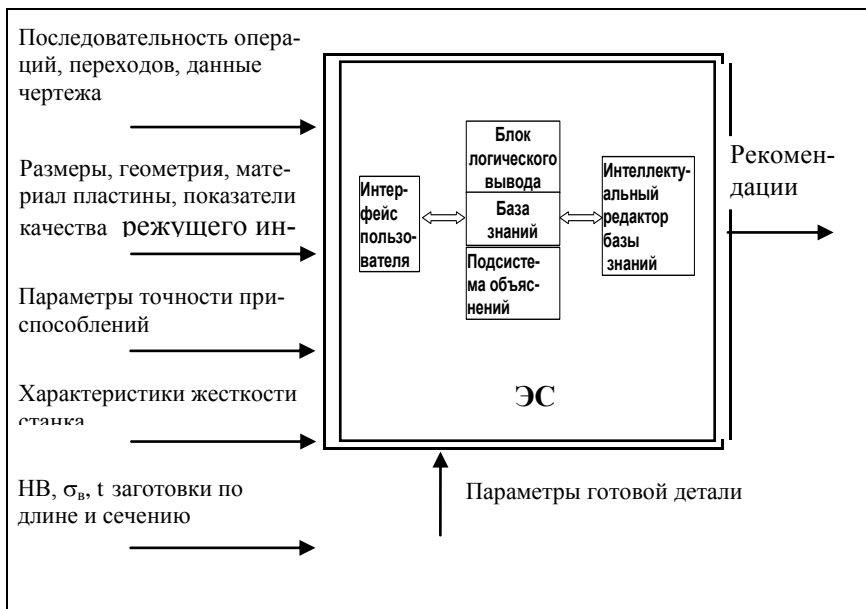


Рис.2. Окружение экспертной системы

1. Старков В. К. Технологические методы повышения надежности обработки на станках с ЧПУ / В. К. Старков. – М. : Машиностроение, 1984. – 120 с.

2. Гаврилова Т. А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский. – СПб. : Питер, 2001. – 384 с.



УДК 004.912

## РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ ТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ТЕКСТОВОГО КОНТЕНТА ИНТЕРНЕТ

Е. А. Борвенко, студент,  
Национальный аэрокосмический университет  
им. Н. Е. Жуковского «ХАИ»  
katterina2009@yandex.ru

В настоящее время значительно увеличилось число прикладных задач, связанных с Интернет, что позволяет рассматривать Интернет в качестве источника знаний. Отсюда появляются различные идеи автоматизированной обработки и извлечения знаний из текстовой информации.

Разработка WEB-приложения заключается в использовании методов тематического анализа. Первым этапом лингвистического анализа является разбор текстовой информации на отдельные абзацы, предложения, слова. Далее происходит распознавание частей речи каждого слова текста. Затем выполняется синтаксический анализ, который состоит в выделении семантических элементов предложения. Следующим этапом является семантический анализ текста, который предполагает оценки смыслового содержания текста. А заключением становится статический анализ, который подсчитывает количества повторений слов в тексте и использовании результатов подсчета для вычисления весовых коэффициентов ключевых слов.

1. Сэлтон Г. Автоматическая обработка, хранение и поиск информации : пер. с англ. / под ред. А. И. Китова. – М. : Советское радио, 1973. – 560 с.

УДК 681.513:004.93.1'

## ПІДХІД ДО КЛАСИФІКАЦІЙНОГО ПРОГНОЗУВАННЯ ВАЛЮТНОГО КУРСУ

А. С. Довбиш, д-р техн. наук; А. В. Чала, студентка,  
Сумський державний університет  
anna.chala@gmail.com

Прогнозування валютного курсу є одним з головних факторів формування стратегії та тактики діяльності фінансових установ, особливо за умов сучасної економічної та політичної глобалізації економіки різних держав, які тісно пов'язані між собою.

Існують чисельні методи прогнозування валютного курсу, які побудовані на ідеях статистичної екстраполяції. Але їх основним недоліком є достатньо велика прогностична похибка, оскільки такі методи є неадаптивними. Розглянемо задачу класифікаційного прогнозування динаміки зміни валютного курсу в рамках прогресивної інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології (ІЕІ-технологія), що ґрунтується на ідеях і методах машинного навчання та розпізнавання образів [1].

Формування вирішальних правил у рамках ІЕІ-технології здійснюється на етапі навчання системи підтримки прийняття рішень (СППР). Формалізована постановка задачі навчання СППР полягає в побудові безпомилкових за навчальною матрицею вирішальних правил шляхом ітераційної оптимізації структурованих параметрів функціонування  $\langle g_1, \dots, g_\xi, \dots, g_\Xi \rangle$  за інформаційним критерієм функціональної ефективності (КФЕ). При цьому оптима-

льне в інформаційному розумінні значення параметру функціонування визначається як

$$g_{\xi}^* = \arg \max_{G_e} E_m,$$

де  $E_m$  – значення КФЕ навчання СППР розпізнавати реалізації класу  $X_m^o$ ;  $G_e$  – область значення критерію  $E_m$ .

Як вхідні дані розглядалися курси валют різних країн відносно долара США. При формуванні навчальної матриці як ознаки розпізнавання розглядалися курси валют в банківських установах провідних країн світу, які публікувалися кожного тижня на протязі останніх шести років. Алфавіт класів розпізнавання характеризував три функціональні стани американського долару: стабільний стан, девальвацію і ревальвацію. За структурою вектор-реалізація кожного класу розпізнавання складалася з 47 ознак, які характеризували обмінні курси національних банків США, Європи, Японії та України та провідних американських, європейських і українських комерційних банків валют відносно долара.

У процесі навчання СППР відновлення оптимального контейнера в радіальному базисі простору ознак розпізнавання здійснювалося шляхом його цілеспрямованої послідовної трансформації в гіперсферичний габарит, радіус  $d_m$  якого збільшувався на кожному кроці навчання за рекурентною процедурою:

$$d_m(k) = [d_m(k-1) + h \mid d_m(k) \in G_m^d],$$

де  $k$  – змінна числа збільшень радіуса контейнера класу  $X_m^o$ ;  $h$  – крок збільшення радіуса;  $G_m^d$  – область допустимих значень радіуса  $d_m$ .

Нехай класи  $X_k^o$  і  $X_l^o$  є “найближчими сусідами”, тобто мають серед усіх класів найменшу міжцентрову відстань  $d(x_k \oplus x_l)$ , де  $x_k, x_l$  – еталонні вектори відповідних класів. Тоді за ІЕІ-технологією з метою запобігання “поглинання” одним класом ядра іншого класу необхідно виконання умови

$$\left(\forall X_k^o \in \tilde{\mathfrak{R}}^{|M|}\right)\left(\forall X_l^o \in \tilde{\mathfrak{R}}^{|M|}\right)\left[X_k^o \neq X_l^o \rightarrow (d_k^* < d(x_k \oplus x_l)) \& \& (d_l^* < d(x_k \oplus x_l))\right],$$

де  $d_k^*, d_l^*$  – оптимальні радіуси контейнерів  $K_k^o$  і  $K_l^o$  відповідно.

Алгоритм навчання за ІЕІ-технологією полягає в реалізації багатоциклічної ітераційної процедури оптимізації структурованих просторово-часових параметрів функціонування СППР шляхом пошуку глобального максимуму усередненого за алфавітом  $\{X_m^o\}$  значення КФЕ навчання в робочій області визначення його функції.

Ієрархічну ітераційну процедуру оптимізації структурованих просторово-часових параметрів функціонування СППР подамо у вигляді

$$\begin{aligned}
 & (\forall g_{\xi_1} \in g) (\forall f_{\xi_2} \in g) (\exists g_{\xi_1} \in G_{\xi_1}) \{ \text{if } E^* = \max_{G_E} \bar{E} \text{ then} \\
 & g_{\xi_1}^* = \arg < [ \max_{G_{\xi_1}} \dots [ \max_{G_1} [ \max_{F_{\xi_2}} [ \dots [ \max_{F_1} \bar{E} ] \dots ] ] \dots ] > \text{ else} \\
 & (\text{if } \xi_1 \leq \Xi_1 \text{ then } \xi_1 = \xi_1 + 1 \text{ else } STOP ) \}, \xi_1 = \overline{1}, \Xi_1, \xi_2 = \overline{1}, \Xi_2,
 \end{aligned}$$

де  $G_{\xi_1}, \dots, G_1$  – області допустимих значень відповідних генотипних параметрів навчання;

$$\bar{E} = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M E_m -$$

усереднене значення КФЕ навчання ІС;  $G_E$  – область значень функції інформаційного КФЕ навчання;  $g_{\xi_1}^*$  – оптимальне значення параметра навчання, яке визначається у зовнішньому циклі ітераційної процедури оптимізації;  $F_{\xi_2}, \dots, F_1$  – області допустимих значень відповідних фенотипних параметрів навчання.

Глибина циклів оптимізації визначається кількістю параметрів навчання, що оптимізуються. При цьому внутрішні цикли оптимізують фенотипні параметри навчання, які безпосередньо впливають на геометричну форму контейнерів класів розпізнавання. Такими параметрами, наприклад, для гіперсферичних контейнерів класів є їх радіуси. До генотипних відносять параметри навчання, які прямо впливають на розподіл реалізацій класу (наприклад, контрольні допуски на ознаки розпізнавання, рівні селекції координат еталонних двійкових векторів, параметри оптимі-

зації словника ознак, плану навчання, параметри впливу середовища та інше). Послідовна оптимізація кожного із цих параметрів дозволяє збільшувати значення максимуму КФЕ навчання, що підвищує повну ймовірність правильного прийняття рішень на екзамені. Обов'язковою процедурою алгоритму навчання за ІЕІ-технологією є оптимізація контрольних допусків, величина яких безпосередньо впливає на значення відповідних ознак розпізнавання, а так само і на параметри розподілу реалізацій образу.

Програмна реалізація алгоритмів оптимізації таких параметрів навчання як система контрольних допусків на ознаки, еталонні вектори та радіуси контейнерів класів була виконана за допомогою мови програмування Java. А алгоритм екзамену, що використовує оптимізовані параметри навчання виконано у програмі MetaTrader.

Аналіз одержаних результатів вказує на можливість інформаційно-екстремального синтезу СППР для класифікаційного прогнозування курсів валют. Але побудовані вирішальні правила не є безпомилковими за навчальною матрицею, що потребує як оптимізації інших параметрів функціонування СППР, включаючи параметри словника ознак розпізнавання, так і введення нових додаткових специфічних ознак соціально-економічної сфери світового суспільства.

1. Краснопоясовський А. С. Інформаційний синтез інтелектуальних систем керування: Підхід, що ґрунтується на методі функціонально-статистичних випробувань / А.С. Краснопоясовський. – Суми : Вид-во СумДУ, 2004. – 261 с.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ В  
ПРОЕКТАХ ЛАНДШАФТНОГО ДИЗАЙНА**

А. В. Чередниченко, студент;  
В. Г. Концевич, канд. техн. наук,  
Сумский государственный университет  
maluy4ok@ukr.net

Разработка ландшафтного дизайна (ЛД) является частью социально-экономической сферы жизнедеятельности.

Ландшафтный дизайн — это деятельность по озеленению, благоустройству, организации садово-парковых насаждений, газонов, горок, применению малых архитектурных форм в зелёном строительстве.

Как показывает опыт разработки ЛД эту деятельность целесообразно представить как проект [1]. К ландшафтному проекту нельзя применять слово «типовой», так как дизайн-проект каждого участка уникален и отражает как виденье дизайнера, так и предпочтения, вкусы владельцев. Учитывая определения проекта, как временного предприятия, предназначенного для создания уникальных продуктов, услуг или результатов [2], то деятельность по ЛД целесообразно представить как проектную, поскольку продуктом проекта каждый раз является уникальное дизайнерское решение.

Общепринятым является то, что составными элементами создания и анализа ландшафтных проектов выступают технический, экономический, финансовый, коммерческий, экологический, социальный, институциональный анализ и

анализ рисков. Повышение качества управления проектами ЛД обеспечивается использованием экспертных систем для поддержки принятия решений по выбору конфигурации продукта проекта. Базы знаний конкретной предметной области являются неотъемлемой частью экспертных систем [3]. Согласно теории управления базами знаний эффективно использовать продукционную модель изображения знаний для разработки экспертных систем в проектах ЛД, что требует представления знаний в виде совокупности фактов (база фактов) и правил (база правил) [3].

Особенностью проектов ЛД является наличие процессов, предопределяющих успех реализации проекта, к которым следует в свою очередь отнести процессы управления временем, стоимостью и качеством проекта. Определяющим критерием обеспечения качества проекта для проектов ландшафтного дизайна является управление временем проекта, так как выполнение работ по проекту носит сезонный характер, и риск несоблюдения временных ограничений может повлиять на сроки, удорожание используемых ресурсов и работ, также это может привести к потере качества продукта проекта.

1. Павленко Л. Г. Ландшафтное проектирование. Дизайн сада / Л. Г. Павленко. – Ростов : Феникс, 2005. – 192 с.

2. Руководство к своду знаний по управлению проектами (PMBOK Guide 2004). – М. : Project Management Institute., 2004. – 401 с.

3. Статические и динамические экспертные системы / Э. В. Попов, И. Б. Фоминых, Е. Б. Кисель, М. Д. Шапот. – Москва : Финансы и статистика, 1996. – 320 с.



УДК 347.779.1

## ОБЪЕКТЫ ПРАВОВОЙ ОХРАНЫ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ

Я. И. Чибирик, канд. техн. наук; А. А. Сидоренко, студент,  
Сумский государственный университет  
chibiyana@yandex.ru

На сегодняшний день с появлением информационных технологий возникла проблема охраны компьютерных программ как объектов интеллектуальной собственности.

Предусмотрено три вида законодательной охраны компьютерных программ (КП):

1. Защита авторским правом;
2. Защита патентным правом;
3. Специальная система охраны (защита с помощью положений, направленных против нарушения коммерческих тайн).

Авторское право на КП возникает в силу факта ее создания (закон Украины «Об авторском праве и смежных правах»). Для оповещения о своих правах на КП можно также использовать знак охраны авторских прав (copyright), который должен помещаться на каждом экземпляре КП, но может появляться на мониторе в начале или в процессе работы с конкретной программой. Знак охраны состоит из следующих элементов: ©, имя обладателя авторских прав, год первого выпуска КП.

Для возникновения авторского права не требуется официальная регистрация КП. Регистрация выполняет не

охранную, а защитную функцию. При возникновении судебного спора регистрация признается судом как юридическая презумпция авторства, т.е. считается действительной, если в судебном порядке не будет доказано иное. В Украине государственная регистрация осуществляется в соответствии с установленным порядком Государственным агентством Украины по авторским и смежным правам (ГААСП), которое составляет и периодически издает каталоги всех регистраций. О регистрации прав автора выдается свидетельство.

К объектам КП, охраняемых авторским правом относятся:

- программа в целом (текст или форма произведения);
- изображения, выводимые на экран (подвижные и неподвижные);
- музыкальное и текстовое сопровождения.

Авторское право не распространяется на идеи, методы, процедуры, способы и т.д. Поэтому существенным недостатком авторской охраны является невозможность предотвратить создание конкурирующей КП с использованием идеи уже существующей. Этому недостатка можно избежать, используя нормы патентной охраны.

К объектам КП, охраняемым патентным правом относятся: изобретения (устройство, способ), промышленные образцы и товарные знаки.

КП подлежит охране патентным правом как изобретения в следующих случаях:

- 
- КП осуществляет сложный технологический контроль и управление технологическими процессами;
  - реализует способ диагностирования, способ выбора или коррекции метода лечения;
  - реализует способы программно-аппаратной защиты компьютерных программ.

Разработанные и примененные в программе шрифты охраняются как промышленные образцы.

Право собственности на товарный знак может возникать на основе как авторского, так и патентного права. Изображение товарного знака размещают на коробке с дискетами программы, на экране монитора в начале запуска программы и в качестве заставки. Это могут быть логотипы, отдельные музыкальные фразы.

Алгоритмы программ не стали объектом ни авторского, ни патентного права. В этом случае можно выполнить «ковенную» охрану алгоритма на основе патентного права. Для этого необходимо смоделировать алгоритм в виде схемного решения.

В отношении КП, управляющих технологическими процессами может быть применен режим секретности – режим «ноу-хау» (производственные секреты). При этом «ноу-хау» должно соответствовать следующим условиям:

- должно иметь какую-либо коммерческую ценность;
- должно быть неизвестным третьим лицам;
- отсутствие свободного доступа к «ноу-хау» на законном основании;

- принятие мер обладателем «ноу-хау» к охране его конфиденциальности.

Сохранение КП в режиме секретности не исключает возможности ее государственной регистрации и депонирования. При этом на регистрацию в пакете заявочных документов подаются только первые 25 и последние 25 страниц исходного текста программы, а также возможны изъятия в тексте из соображений секретности.

КП относятся к сложным объектам интеллектуальной собственности, так как одновременно являются и техническим решением и продуктом творческой деятельности человека и методикой решения определенных задач. В связи с этим правовая охрана КП должна быть комплексной.

1. Машуков В. М. Компьютерное право / В. М. Машуков – Львов : Аверс, 1998. – 256 с.

2. Батурин Ю. М. Проблемы компьютерного права / Ю. М. Батурин. – Москва : Юридическая литература, 1991. – 195 с.

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ НА ПРИМЕРЕ  
МНОГОСЛОЙНОГО ПЕРСЕПТРОНА ДЛЯ  
АППРОКСИМАЦИИ ДАННЫХ

Д. И. Чумаченко, аспирант,  
Национальный аэрокосмический университет  
им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»  
dichum@mail.ru

В настоящее время широким интересом пользуются нейронные сети, которые успешно применяются в самых разных областях – бизнесе, медицине, технике, геологии, физике. Такой успех определяется простотой использования и широкими возможностями нейронных сетей.

Рассмотрена задача аппроксимации ряда динамики, т.е. построение функции по конечному набору точек, на примере модели Лоренца. Поставленная задача аппроксимации экспериментальных данных решена с помощью нейронных сетей типа многослойный персептрон [1]. Моделирование решения задач проводилось с применением пакета прикладных программ Neural Network Toolbox (NNT) системы MATLAB [2].

Для рассматриваемого примера аппроксимации данных модели Лоренца применение нейронных сетей обеспечивает высокое качество аппроксимации и может использоваться для анализа и прогнозирования.

1. Bishop C. Neural networks. – Oxford : University Press, 1995.
2. Медведев В. С. Нейронные сети. MATLAB 6. / В. С. Медведев, В. Г. Потемкин – М. : Диалог – МИФИ, 2002.

УДК 681.518:004.93.1'

**ГІБРИДНА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА  
КЕРУВАННЯ ВИРОЩУВАННЯМ СЦИНТИЛЯЦІЙНИХ  
МОНОКРИСТАЛІВ**

В. В. Востоцький; Н. А. Дедик, студент,  
Сумський державний університет  
natalilabelle@gmail.com

Перспективи отримання високоякісних великогабаритних сцинтиляційних монокристалів, що користуються підвищеним попитом на світовому ринку, пов'язані з керованим витягуванням кристалів методом Чохральського [1]. Проведені протягом кількох десятиліть в НТК «ІСМА» дослідження сцинтиляторів підтверджують, що досягнуті значення їх показників якості не є оптимальними і можуть бути істотно поліпшені, в тому числі, і шляхом впровадження нових автоматизованих технологій.

При створенні автоматизованої інтелектуальної системи керування слабоформалізованими процесами, прикладом котрого є процес вирощування сцинтиляційних монокристалів за методом Чохральського, виникає проблема багато вимірності [2], що істотно знижує достовірність функціонування. Одним із способів вирішення даної проблеми є оптимізація словника ознак шляхом редукції або індукції простору ознак.

Як метод аналізу та синтезу інтелектуальної системи керування вирощуванням монокристалів розглянуто інформаційно-екстремальну інтелектуальну технологію [2], що дозволяє побудувати оптимальне в інформаційному сенсі

вирішальне правило шляхом оптимізації просторово-часових параметрів функціонування системи керування шляхом пошуку глобального максимуму інформаційного критерію в робочій (допустимій) області визначення його функції. При цьому на кожному кроці навчання відбувається відновлення в дискретному просторі ознак оптимальних контейнерів класів розпізнавання за алгоритмом паралельної оптимізації контрольних допусків.

В основі гібридної інтелектуальної системи керування розглянуто алгоритм індукції простору ознак. Гібридний алгоритм поєднує принципи методу групового урахування аргументів (МГУА) та інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології (ІЕІ-технології).

За принципами МГУА генерація додаткових ознак має еволюційний характер [3]. Нові ознаки генеруються як результат застосування опорних функцій певного виду, аргументами котрих є проміжні результати селекції або первинні ознаки розпізнавання. В той час як інструментом генерації додаткових ознак виступає МГУА, в рамках ІЕІ-технології відбувається оцінка інформативності та селекція отриманих вторинних ознак, доповнення словника ознак інформативними ознаками та синтез вирішального правила.

Розглянемо математичну модель навчання СППР у вигляді категорійної моделі. Нехай контур оптимізації СКД, яка утворює множину  $\mathbf{D}$ , замикається послідовно оператором  $E^* = \max_{G_E} E_m$  і оператором  $\delta_2: \mathbf{D} \rightarrow \mathbf{Y}$ , який змінює реалізації образу в процесі максимізації критерію  $E_m \in E$ .

Оператор  $t_1$  реалізує синтез нових ознак на основі опорних функцій, множина  $\mathbf{M}$  містить значення мультикритерію функціональної ефективності, а оператор  $t_2$  змінює вихідний словник ОР згенерованими ознаками та поповнює словник на одну оптимальну ознаку.

Тоді діаграма відображень множин, з урахуванням додаткових контурів оптимізації, набуває вигляду:

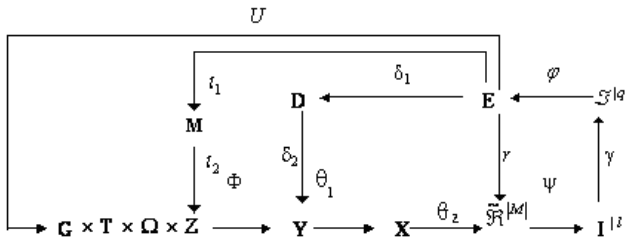


Рис. 1. Математична модель навчання системи керування вирощуванням монокристалів.

В рамках запропонованого гібридного алгоритму навчання системи керування вирощуванням скінтіляційних монокристалів побудовано вирішальні правила, достовірність прийняття рішень за котрими є наближеною до асимптотичної безпомилкової.

1. Горилецкий В. И., Гринев Б. В., Заславский Б. Г., Смирнов Н. Н., Суздаль В. С. Рост кристаллов. Галогениды щелочных металлов / В. И. Горилецкий, Б. В. Гринев, Б. Г. Заславский, Н. Н. Смирнов, В. С. Суздаль. – Х. : АКТА, 2002. – 536 с

2. Довбиш А. С. Основи проектування інтелектуальних систем : Навчальний посібник / А. С. Довбиш. – Суми : Видавництво СумДУ, 2009. – 171 с.

3. Malada, H. R., Ivakhnenko, A. G. Inductive Learning Algorithms for Complex Systems Modeling. CRC Press. 1994.



УДК 681:518

**РОЗРОБКА МЕТОДИКИ КОНКУРЕНТНОГО АНАЛІЗУ  
ЕФЕКТИВНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ**

Б. О. Дібров, аспірант; С. О. Петров, асистент,  
Сумський державний університет  
dibrov.bor@gmail.com

При роботі з інтелектуальними системами (ІС) розробники стикаються з проблемою оцінки її якості, та аргументації доцільності використання того чи іншого підходу до синтезу ІС. Перспективним є метод конкурентної оцінки систем, шляхом експериментального аналізу алгоритмів та їх робочих параметрів.

Для реалізації даного підходу запропоновано аналог суддівської систему яка створена для автоматизованої оцінки конкурентно-спроможної ІС. Така оцінка формується у режимі гри. Для цього ставиться економічне завдання з початковими умовами і метою, де гравці взаємодіють антагоністично. Ходи гравців проходять через суддю і реєструються ним. Кожному відводиться один крок і визначена частина системного часу. Переможець визначається за деякою цільовою функцією [1].

Беручи до уваги, що більшість ІС виконують оптимізаційні функції, впроваджено режим імітації відпалу (simulated annealing). Алгоритм імітації відпалу виконує глобальну оптимізацію і використовує додаткове поняття температури, яке при пошуку екстремуму визначає вибір наступної реалізації і ймовірність його прийняття. У загальному вигляді шукаємо мінімум деякої функції  $f(x)$  яка

задана на множині  $S$ , дискретній або неперервній. Елемент множини  $S$  представляють собою стан уявної фізичної системи, а значення функції  $f$  у цих елементах використовується як енергія системи  $E=f(x)$ . У кожен момент часу система має температуру  $T$ , яка зменшується під час пошуку. Знаходячись в певному стані, наступний стан системи обирається в залежності від температури  $T$  функцією  $G(x,T)$ . Перехід у новий стан  $x_1=G(x,T)$  відбувається з ймовірністю  $h(\Delta E, T)$ , де  $\Delta E$  це приріст енергії  $\Delta E=f(x_1)-f(x)$ . При від'ємному прирості енергії, функція  $h(\Delta E, T)$  повертає 1, а при додатній вираховується за формулою:

$$h(\Delta E, T) = \frac{1}{1 + e^{\frac{\Delta E}{T}}}$$

Використовується Больцманівська схема відпалу, температура змінюється за формулою:

$$T(k) = \frac{T_0}{\ln(1 + k)}, k > 0,$$

де  $k$  – номер ітерації.

При використанні імітації відпалу на різних методах, або з різними початковими умовами, суддя зберігає для них температуру і передає її під час наступного ходу кожного гравця. Спільна температура сприяє швидшому сходженню алгоритму та дозволяє уникнути локальних екстремумів.

Одним з гравців може виступати людина і тим самим проводити тестування.

Описаний підхід до оцінювання дозволяє по новому порівнювати інтелектуальні системи та метод оптимізації, а

також максимально можливо наблизити умови до реальних.

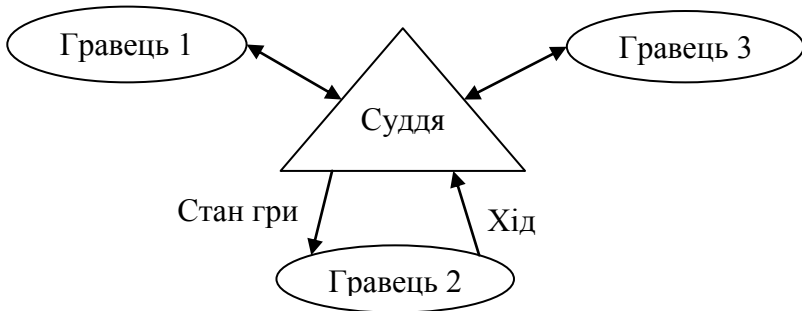


Рис. 1. Схема роботи судді

На даний момент реалізовано суддю для одного гравця у ймовірнісній грі «Міношукач». Правила запозичені з стандартної гри Minesweeper з ОС Windows. Також реалізовано гру на двох гравців «Морський бій».

Створені судді можна використовувати не тільки під час навчання студентів, а і для емпіричного порівняння (підбору параметрів) в алгоритмах та системах прийняття рішень. Розроблений API інтерфейс можна використовувати для урізноманітнення форм навчальної роботи, наприклад проведення конкурсів з розробки інтелектуальних алгоритмів. Розроблена методика дозволяє будувати чіткі в математичному сенсі задачі вибору оптимальних в інформаційному сенсі ІС.

1. Лопатин А. В. Метод отжига / А. В. Лопатин // Введение в Computer Science. – 2005. – №52. – с. 10

УДК 681:518

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ  
ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ  
КУРСУ ВАЛЮТ

Б. О. Дібров, аспірант,  
Сумський державний університет  
dibrov.bor@gmail.com

Необхідність комп'ютерної підтримки прийняття рішень в економіці та бізнесі нині зумовлена дією низки об'єктивних причин, зокрема: збільшенням обсягів інформації, що надходить до органів управління і безпосередньо до керівників; ускладненням завдань, що розв'язуються щоденно і на перспективу; необхідністю обліку і урахування великої кількості взаємопов'язаних факторів і вимог, що швидко змінюються; необхідністю зняття невизначеності, пов'язаної з неможливістю кількісного вимірювання окремих чинників; збільшенням важливості наслідків рішень, що приймаються, тощо. Усім цим спричинений швидкий розвиток, широке застосування СППР та зумовлені цілі і функції цих комп'ютеризованих систем.

Переважна більшість сучасних алгоритмів класифікації створена для розв'язання модельних задач з вузькою спеціалізацією, а це робить неможливим їх реалізацію та застосування до практичних задач керування за умов накладення гіпотези нечіткої компактності класів розпізнавання і функціонування в умовах невизначеності. Методи нечіткої кластеризації та модифіковані еволюційні алгоритми навчання не є чутливими до форми кластерів, що робить їх

застосування найбільш оптимальним для задач керування технологічними процесами, у яких різним функціональним станам відповідає різна форма кластеру. У класифікаційній моделі користуються критерієм функціональної ефективності (КФЕ) як критерієм оптимальності навчання системи підтримки прийняття рішень, який є ентропійним логарифмічним функціоналом, що максимізує кількість інформації як достовірність правильного розпізнавання кожного класу. Перевагою цього методу є застосування інформаційного критерію навчання та можливість створювати будь яку форму контейнера класу розпізнавання у бінарному просторі ознак розпізнавання. Недоліком методів нечіткої кластеризації є відсутність чітко сформульованого критерію оптимальності. Недоліком геометричних методів кластер-аналізу є чутливість до метрики та форми кластерів, проте їм властиво ефективно визначення центрів розподілу кластерів. У даній роботі розглядається задача класифікаційного прогнозування динаміки зміни курсу валют. На зміну курсу валют впливають наступні чинники:

Політичний і економічний стан країни. Зокрема процент безробіття, інфляція, ВВП.

Поточний час. Це зумовлено тим, що біржі різних країн працюють у різний час.

Рух курсу. Якщо курс валюти падає, то ринок продає її активніше. З часом цієї валюти на ринку стає менше і вона набуває цінності.

Оскільки врахувати перший чинник практично неможливо, то завдання буде виконуватися аналізуючи другий та третій чинники. Постановка задачі формування класифіка-

ційних правил в рамках основних принципів та категорій ІЕІТ сформована таким чином.

Для відомої навчальної матриці типу об'єкт-властивість  $\|y(j)m,i\|$ ,  $i=1..N$ ,  $j=1..n$ , де  $N$  – кількість ознак розпізнавання і  $n$  – кількість реалізацій образу одного класу, визначено структурований вектор параметрів функціонування інтелектуальної системи

$$g = \langle g_1, \dots, g_\xi, \dots, g_N \rangle$$

з відповідними обмеженнями  $R_\xi(g_1, \dots, g_N) \leq 0$ .

Треба на етапі навчання побудувати деяким оптимальним способом розбиття простору ознак на класи еквівалентності за умови, що критерій функціональної ефективності (КФЕ) навчання системи досягає глобального максимуму функції

$$E^* = \max_{G_E} E_m,$$

де  $E_m$  - КФЕ процесу навчання класифікації  $m$ -того класу.

Оптимальне значення параметру при цьому визначається як

$$g_\xi^* = \arg \max_{G_E} E_m,$$

де  $G_E$  - область значень критерію.

Результати роботи оформлено у вигляді тренажеру для використання в навчальному процесі студентами економічних спеціальностей.

УДК 681.518:004.93.1

**ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ РЕТРОСПЕКТИВНОГО  
ЗСУВУ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РОЗПОДІЛЕНИМ  
ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ**

О. О. Дзюба, асистент,  
Сумський державний університет  
atamur@yandex.ru

Конкуренентоспроможність виробничих процесів у сучасних реаліях тісно пов'язана із впровадженням інтелектуальних інформаційних методів керування. Серед технологій розроблення таких методів добре зарекомендувала себе інформаційно-екстремальна інтелектуальна технологія (ІЕІ-технологія) [1]. Однак класифікаційне керування складними технологічними процесами, що мають місце, наприклад, в хімічній промисловості, значно ускладнюється їх розподіленістю в просторі і часі. Для вирішення цієї проблеми запропоновано використовувати алгоритм формування навчальної матриці із ретроспективним зсувом [2]. Та на практиці завдання визначення ретроспективного зсуву ознак розпізнавання (ОР) апіорі не завжди є виправданою, що пов'язано з високою складністю розподіленого процесу та потужністю словника ОР. У такому випадку ретроспективні зсуви ознак можна розглядати як параметри функціонування системи, які необхідно оптимізувати з огляду на функціональну ефективність системи в цілому. Нехай ефективність навчання розпізнаванню реалізацій класу  $X_m^\circ$ ,  $m = \overline{1, M}$  характеризується значенням критерію функціональної ефективності (КФЕ)  $E_m$ . Відомі початкова

навчальна матриця  $\|y_{m,i}^{(j)}\|$ ,  $i = \overline{1, N}$ ,  $j = \overline{1, n}$ , де  $N, n$  – кількість ОР та випробувань відповідно, і структурований вектор параметрів функціонування системи керування

$$g_i = \left\langle k_{i,1}, \dots, k_{i,\xi}, \dots, k_{i,N}, g_{i,1}, \dots, g_{i,\xi}, \dots, g_{i,\Xi}, \sigma_{i,1}, \dots, \sigma_{i,\xi}, \dots, \sigma_{i,N} \right\rangle,$$

які мають обмеження  $\sigma_{i,\xi} \in [0;1]$ ,  $R_\xi(g_{i,1}, \dots, g_{i,\Xi}) \leq 0$ , де  $k_{i,\xi} \in [0;T]$  – ретроспективний зсув  $\xi$ -ї ОР;  $T$  – кількість випробувань, що характеризують один цикл виробництва. При цьому параметр  $\sigma_{i,\xi}$  характеризує наявність  $\xi$ -ї ОР у словнику  $\Sigma_i$ ,  $i = \overline{1, 2^N}$ . Необхідно знайти оптимальні значення координат вектора  $g_i$ , які забезпечують максимум КФЕ навчання системи  $E_i^* = \max_G E_i$ .

З огляду на велику потужність простору параметрів функціонування  $G$  системи класифікаційного керування їх оптимізацію у рамках ІЕІ-технології пропонується проводити за гібридним алгоритмом, оскільки такий підхід підвищує оперативність навчання та перенавчання системи.

1. Краснопоясовський А. С. Інформаційний синтез інтелектуальних систем керування, що навчаються / А. С. Краснопоясовський. – Суми : Видавництво СумДУ, 2003. – 264 с.

2. Дзюба О. О. Ретроспективний підхід до формування вхідного математичного опису інтелектуальної СППР // Матеріали науково-практичної конференції «Современные направления теоретических и прикладных исследований '2011». – Том 3 : Технические науки. – Одеса: Черноморье, 2011. – С. 35-36.



УДК 65.012.34

**УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТОМ ПО СОЗДАНИЮ И  
РЕИНЖИНИРИНГУ ГЕОРАСПРЕДЕЛЕННОЙ  
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ**

О. Е. Федорович, д-р техн. наук;  
К. О. Западня, канд. техн. наук.; Л.Д. Греков,  
Национальный аэрокосмический университет  
им. Н. Е. Жуковского «ХАИ»  
k302@d3.khai.edu

Процессы глобализации экономики связаны с появлением и развитием геораспределенных производственных систем (ГРПС). Для функционирования ГРПС требует выделения дорогостоящего земельного ресурса, состояние которого контролируется государственными организациями по охране окружающей среды. Поэтому актуальным является рассмотрение основных аспектов, связанных с созданием, развитием и модернизацией ГРПС. На первом этапе исследования сформирован комплекс системных моделей для построения распределенной архитектуры ГРПС. На втором этапе осуществляется оптимизация, связанная с закреплением земельных участков для размещения технологического оборудования и инфраструктуры ГРПС. На третьем этапе формируются транспортные связи и определяются оптимальные маршруты движения материальных потоков. На четвертом этапе строится структура управления и контроля технологических объектов и состояния земельного ресурса ГРПС.

УДК 681.518

## ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ АВТОМАТИЧНОЇ АГРЕГАЦІЇ МЕТАДАНИХ НА БАЗІ OAI-PMH

С. О. Петров, асистент; С. О. Глушко, студент,  
Сумський державний університет  
sergpet@gmail.com

Значне зростання кількості інформації за останні роки викликало широкий попит на створення інформаційних ресурсів (репозиторіїв зберігання інформації різного призначення), та зараз постає завдання забезпечення їх взаємної інтеграції як на технологічному, так і на технічному рівні. Тобто використання спільного інструменту для обміну інформацією про обсяг даних, які зберігаються в окремому репозиторії, а також отримання даних про інформацію яка зберігається в інших репозиторіях. Прикладами таких репозиторіїв можуть бути: репозиторій журнальних статей «DOAJ», бібліотека «ЛЮППО», репозиторій ePrints та інші.

Тому є необхідність у розробленні деякого інструменту (технології) з можливістю отримання доступу до колекцій, створення нових сервісів, які будуть забезпечувати як програмний, так і користувацький інтерфейс взаємодії з репозиторіями. Лідером у даній сфері є організація Open Archives Initiative (OAI), яка розробила протокол OAI-PMH (OAI Protocol for Metadata Harvesting), призначений для створення архівів публікацій, обміну метаданими і пошуку інформації [1]. Протокол OAI-PMH визначає механізм збору записів, які зберігають метадані із репозиторіїв, та надає

можливість зробити їх метадані доступними для сервісів, що базуються на стандартах HTTP (Hypertext Transport Protocol) і XML (Extensible Markup Language). У рамках OAI-PMH описують дві основні складові: постачальники даних (data providers), які роблять доступними метадані і є серверами OAI [2], та сервіс-провайдери (harvesters), вони використовують протокол для збору даних, їх обробки і підвищення значущості їх метаданих (рис. 1).

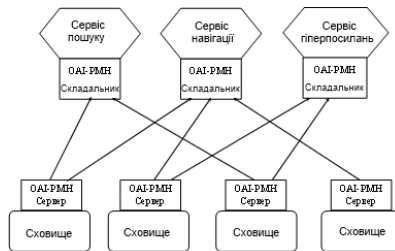


Рис. 1. Топологія постачальника даних і сервіс-провайдера

Для реалізації поставленого завдання, необхідно розробити компонент, який би при установленні в існуючу систему реалізовував подану вище схему взаємодії, тобто дозволяв створювати репозиторій даних на будь-якій існуючій системі. Розроблюваний компонент повинен поділятися на дві частини. Перша частина за допомогою існуючих API функцій проводить збір даних з існуючих репозиторіїв, а друга частина за визначеними правилами проводить генерацію, даних доступних по протоколу HTTP, які потрібні іншим репозиторіям для отримання інформації про обсяг інформації поточного репозиторія, для їх взаємної інтеграції. Цю схему роботи можна зобразити графічно (рис. 2).

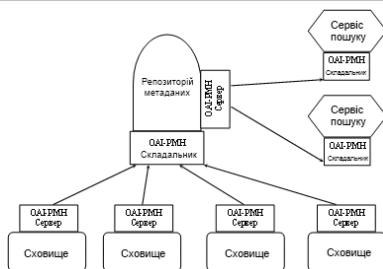


Рис. 2. Репозиторій метаданих на базі OAI-PMH

Для реалізації запропонованої моделі в рамках поставленого завдання, була вибрана мова програмування PHP у поєднанні з CMS Joomla. Таким чином, розроблено веб-сайт, який має уніфікований, дружній користувачеві та функціонально-програмний інтерфейс, який на рівні модуля може бути інтегрований у діючу систему, та забезпечує створення узагальнюючого депозитарію метаданих. Пошук оновлених даних відбувається автоматично по всіх репозиторіях, з яких було отримано дані, і виводяться на одній сторінці.

Таким чином, процедура пошуку інформації функціонально розширилась, а технологічно спростилась. Ця технологія була випробувана на базі існуючого Web-сайта «Журнал нано- та електронної фізики» і показала позитивні результати.

1. The Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting Protocol Version 2.0 of 2002-06-14. <http://www.openarchives.org/OAI/>

2. Barrueco J.M., Subirats I. Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting : description, functions and applications. El Profesional de la Informacion 12, 2, 2003, 99-106 pp.

УДК 080403.1.01

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ  
МОБИЛЬНЫМ РОБОТОМ НА ОСНОВЕ МЕТОДА  
НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ**

Я. Э. Гжебовский, студент;  
Н. К. Шатохина, канд. техн. наук,  
Институт информатики и искусственного интеллекта  
Донецкого национального технического университета  
yangzhebovsky.ceo@gmail.com

К настоящему времени проведен целый ряд исследований, связанных с самостоятельной парковкой мобильными роботами, однако во многих работах рассматривались частные случаи парковочных мест, параллельно и перпендикулярно прямой, где к тому же не учитывались конкретные числовые характеристики парковок, что могло на практике существенно ограничивать области применения мобильных роботов [1]. Поэтому рекомендуется увеличить количество парковочных мест, и к уже существующим добавить парковки под углом влево и под углом вправо.

Таким образом, актуальной является проблема создания более совершенных систем управления мобильными роботами, обладающих системами автономного движения и парковки, а также способных определять вид парковочного места на самостоятельном уровне.

Цель работы – разработка системы управления мобильным робототехническим комплексом на основе метода нечеткой логики, для автономного выполнения задач движения и парковки в рабочей зоне.

Алгоритм управления мобильным роботом, осуществляющим самостоятельное движение и парковку, состоит из следующих этапов. На первом этапе на нечеткий контроллер подаются координаты  $x, y$  – начальное положение и  $\beta$  – ориентация мобильного робота относительно оси координат от  $-180^\circ$  до  $180^\circ$ . Затем получаем выходную переменную  $\varphi$  – угол поворота колес мобильного робота, который задается в диапазоне от  $-30^\circ$  до  $30^\circ$ , и подаем ее на объект управления. Получив новые положение и ориентацию, передаем их на нечеткий контроллер, и заново просчитываем угол поворота колес  $\varphi$ , пока не достигнем необходимого расстояния для определения вида парковочного места. На втором этапе определяем вид парковочного места, который будет вычисляться, за счет определения расстояния от передней части мобильного робота до правого угла парковки  $\alpha$ . Этот способ будет универсальным для определения вида парковочных мест, так как  $\alpha$  – правый угол парковки, будет различным для всех ее видов. Третий этап – завершающая стадия процесса парковки.

Предложенная система управления мобильным роботом способна решать широкий круг прикладных задач в современных робототехнических системах, повышать эффективность работы мобильного робота и расширить области его применения за счет увеличения количества парковочных мест и автономного выполнения всех этапов алгоритма.

1. Cardenas A.M. Intelligent Car Parking Using Fuzzy-Neural Networks / A.M. Cardenas. – Florida: LACCEI, 2004. – 55-62 p.

УДК 519.24:62.50

**ПРОГРАМНО-АПАРАТНІ ЗАСОБИ ОПТИМАЛЬНОГО  
ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ**М. Д. Кошовий<sup>1</sup>, д-р техн. наук;О. М. Костенко<sup>2</sup>, канд. техн. наук,<sup>1</sup>Національний аерокосмічний університет «ХАІ»;<sup>2</sup>Полтавська державна аграрна академія

kafedraapi@rambler.ru

Методи оптимального планування експерименту [1] дають можливість отримувати математичні моделі різноманітних об'єктів за мінімальні часові вартісні витрати.

Для реалізації методології оптимального планування експерименту розроблені алгоритми і програми, які основані на оптимізації за часовими та вартісними витратами планів експерименту з використанням наступних методів: аналіз перестановок рядків матриці планування, випадковий пошук, метод гілок і меж, послідовних наближень. Автори приймали участь у розробленні цих алгоритмів і програм.

Для знаходження оптимальних планів експерименту методами аналізу перестановок і випадкового пошуку розроблені програми оптимізації дворівневих планів, дворівневих планів у випадку присутності обмежень на перестановку окремих рядків матриці та багаторівневих планів.

Для пошуку оптимальних планів експерименту методом гілок і меж розроблені програми оптимізації дворівневих планів, композиційних планів, дворівневих планів у випадку, коли один із критеріїв використовується як обмеження,

композиційних планів шляхом двопараметричної оптимізації.

Для знаходження оптимальних планів експерименту методом послідовних наближень розроблена програма оптимізації багаторівневих планів.

Розроблене програмне забезпечення реалізовано мовами програмування TURBO PASCAL і DELPHI, побудовано за модульним принципом і апробовано на ряді реальних і модельних прикладів.

З метою автоматизації процесів проведення експериментів на об'єкті дослідження запропоновані: автоматизовані системи для проведення багатофакторного експерименту [2,3], пристрій [4] для визначення еквівалентності планів багатофакторного експерименту, автоматизована система параметричного контролю [5].

Запропоновані апаратні засоби дають можливість: послідовно формувати на виходах значення рівнів факторів згідно з оптимальним планом експерименту; визначати еквівалентність планів багатофакторного експерименту; виявляти відхилення від верхнього або нижнього рівнів факторів з метою подальшого усунення цих відхилень.

Для автоматизації моделювання реальних об'єктів дослідження запропоновані: пристрій для моделювання процесів нанесення гальванічних покриттів [6], пристрій для моделювання процесів вимірювання фотоелектричним датчиком кутового відхилення рульової поверхні літака [7], витратомір палива у двигунах внутрішнього згорання [8], ваговимірювальна система для дозування сипких матеріалів [9].



Запропоновані системи і пристрої можуть широко застосовуватися при експериментальних дослідженнях і моделюванні технологічних процесів у відповідних сферах промисловості.

Застосування засобів автоматизації дозволить автоматизувати процес виконання завдань, скоротити строки розроблення оптимальних за часом і вартістю планів, підвищити достовірність одержаних результатів, скоротити час і зменшити вартість проведення експерименту.

Розроблені програмні й апаратні засоби пройшли реєстрацію в Державному департаменті інтелектуальної власності України.

1. Кошовий М. Д. Оптимальне планування експерименту при дослідженні технологічних процесів, приладів і систем : навч. посіб. / М. Д. Кошовий, О. М. Костенко, О. В. Заболотний та ін. – Х. : Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2010. – 161 с.

2. Пат. 49801 Україна, G06F 17/00. Автоматизована система для проведення багатофакторного експерименту / Кошовий М. Д., Костенко О. М., Дергачов В. А., Чеховський М. В., Оганесян А. С.; заявник і патентовласник Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «ХАІ». – № U200912203; заявл. 27.11.2009; опубл. 11.05.2010, Бюл. № 9.

3. Пат. 60082, Україна, G06F 17/00. Автоматизована система для проведення багатофакторного експерименту / Кошовий М. Д., Костенко О. М., Дергачов В. А.; заявник і патентовласник Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «ХАІ». – № U201013771; заявл. 19.11.2010; опубл. 10.06.2011, Бюл. № 11.

4. Пат. 60537 Україна, G06F 15/00. Пристрій для визначення еквівалентності планів багатофакторного експерименту / Кошовий М. Д., Костенко О. М., Дергачов В. А.; заявник і патентовласник Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «ХАІ». – № U201013497; заявл. 15.11.2010; опубл. 25.06.2011, Бюл. № 12.

5. Пат. 50104, Україна, G06F 11/30. Автоматизована система параметричного контролю / Кошовий М. Д., Костенко О. М., Дергачов В. А., Чеховський М. В., Оганесян А. С.; заявник і патентовласник Нац.

## **СЕКЦІЯ Застосування інтелектуальних систем у соціумі**

---

аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «ХАІ». – № U200912366; заявл. 30.11.2009; опубл. 25.05.2010, Бюл. № 10.

6. Пат. 59335, Україна, C25D 21/00. Пристрій для моделювання процесів нанесення гальванічних покриттів / Кошовий М. Д., Костенко О. М.; заявник і патентовласник Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «ХАІ». – № U201012933; заявл. 01.11.2010; опубл. 10.05.2011, Бюл. № 9.

7. Пат. 57497, Україна, G01B 11/00, B64C 29/00. Пристрій для моделювання процесів вимірювання фотоелектричним датчиком кутового відхилення рульової поверхні літака / Кошовий М. Д., Костенко О. М.; заявник і патентовласник Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «ХАІ». – № U201012695; заявл. 26.10.2010; опубл. 25.02.2011, Бюл. № 4.

8. Пат. 58097, Україна, G01F 1/00. Витратомір палива / Кошовий М. Д., Костенко О. М.; заявник і патентовласник Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «ХАІ». – № U201013003; заявл. 01.11.2010; опубл. 25.03.2011, Бюл. № 6.

9. Пат. 58098, Україна, G01F 11/00. Ваговимірювальна система / Кошовий М. Д., Костенко О. М.; заявник і патентовласник Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «ХАІ». – № U201013004; заявл. 01.11.2010; опубл. 25.03.2011, Бюл. № 6.

УДК 681.518:004.93.1'

**ІНФОРМАЦІЙНИЙ ТА ПРОГРАМНИЙ СИНТЕЗ  
ГІБРИДНОЇ СИСТЕМИ КЛАСТЕРНОГО КЕРУВАННЯ**

С. М. Котенко, асистент,  
Сумський державний університет  
Sekon-am@ya.ru

Особливістю технологічного процесу виробництва фосфорної кислоти є довільні початкові умови, які обумовлено технічною складністю неперервного вхідного контролю сировини та матеріалів природного походження. Тому для підвищення функціональної ефективності та оперативності керування технологічним процесом виникає необхідність розроблення та впровадження інтелектуальних інформаційних технологій, що базуються на ідеях і методах машинного навчання та теорії розпізнавання образів. Одним із перспективних напрямів аналізу та синтезу систем керування (СК) за умов апріорної невизначеності є використання ідей і методів інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології (ІЕІ-технологія) [1]. З цією метою розглянемо гібридний інформаційно-екстремальний алгоритм кластер-аналізу вхідних даних із використанням генетичного алгоритму [2], що дозволяє підвищити оперативність навчання при заданій точності обчислення інформаційного критерію функціональної ефективності (КФЕ) навчання СК.

Гібридний інформаційно-екстремальний алгоритм кластер-аналізу створено на основі класичного генетичного алгоритму, в якому як фітнес-функція використовується мо-

дифікація інформаційної міри Кульбака. Для підвищення ефективності роботи інформаційно-екстремального алгоритму кластер-аналізу в процесі навчання визначено оптимальні значення ймовірностей мутації та кросовера. Аналіз результатів моделювання показав, що ймовірність кросовера впливає на ефективність кластеризації даних в значно меншій мірі, ніж ймовірність мутації. На рис. 1 показано динаміку зміни усередненого КФЕ за Кульбаком в процесі навчання СК у режимі кластер-аналізу при оптимальних ймовірностях мутації та кросинговеру.

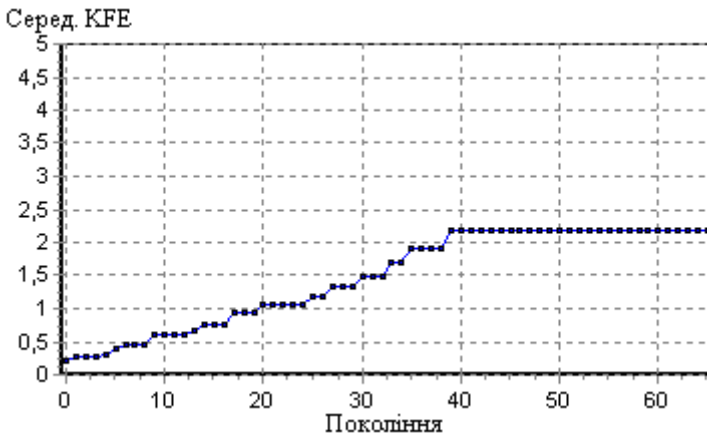
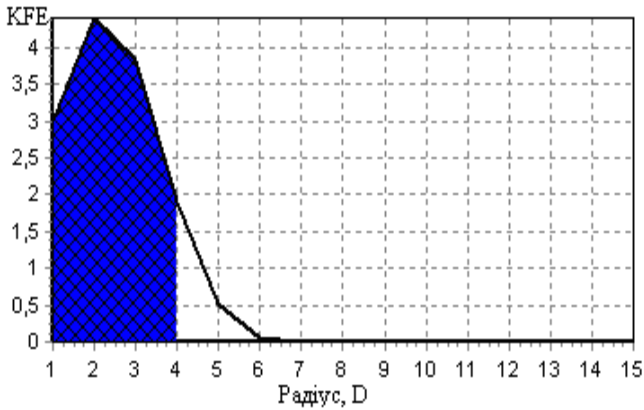


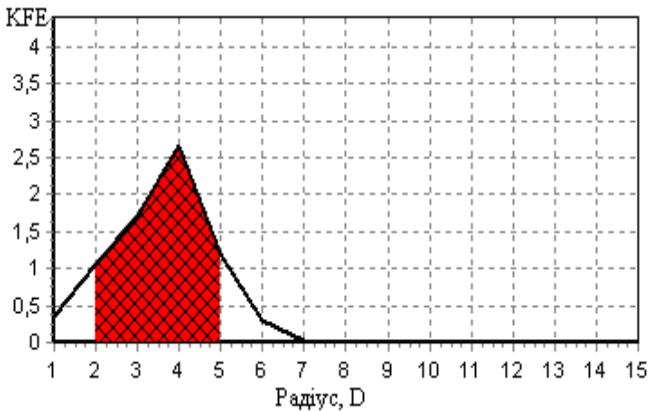
Рис. 1. Динаміка зміни усередненого значення КФЕ в процесі навчання СК у режимі кластер-аналізу

Стрибкоподібні збільшення КФЕ означають переходи алгоритму від однієї частини області рішень до іншої, що відбувається внаслідок мутації. У результаті роботи гібридного кластер-аналізу було сформовано алфавіт із трьох класів розпізнавання.

На рис. 2 показано результати оптимізації геометричних параметрів контейнерів відповідних класів, одержані в процесі навчання за базовим алгоритмом [1], де на графіках темною ділянкою позначено робочі (допустимі) області визначення функції інформаційного КФЕ.



а)



б)

Рис. 2. Графіки залежності КФЕ від радіусів контейнерів: а) перший клас; б) другий клас; в) третій клас

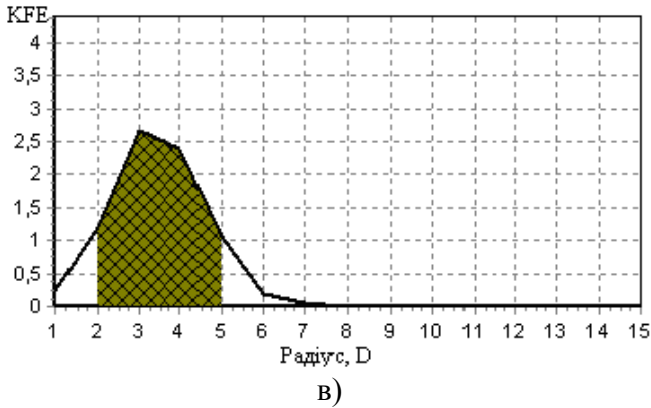


Рис. 2, аркуш 2

Аналіз рис.2 показує, що розроблений гібридний інформаційно-екстремальний алгоритм кластер-аналізу дозволяє визначити за значеннями глобальних максимумів КФЕ оптимальні радіуси контейнерів класів розпізнавання (в кодових одиницях), що відновлюються у процесі навчання в радіальному базисі бінарного простору ознак.

Таким чином, використання генетичних алгоритмів при кластеризації вхідних даних у рамках ІЕІ-технології дозволило підвищити точність та оперативність керування та автоматизувати процес формування апріорно нечіткої класифікованої навчальної матриці.

1. Краснопоясовський А. С. Інформаційний синтез інтелектуальних систем керування: Підхід, що ґрунтується на методі функціонально статистичних випробувань: монографія. / А. С. Краснопоясовський. – Суми: Видавництво СумДУ, 2004.– 271 с.

2. Сокал Р. Р. Кластер-анализ и классификация: предпосылки и основные направления / Р. Р. Сокал. – М.: Мир, 1980.– 719 с.

УДК 681.518:004.93.1'

**ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ВІДМОВОСТІЙКОГО  
КЕРУВАННЯ ВИРОЩУВАННЯМ СЦИНТИЛЯЦІЙНИХ  
МОНОКРИСТАЛІВ**

В. О. Востоцький, аспірант; Є. О. Козирев, студент,  
Сумський державний університет  
mintel@yandex.ru

Недоліком існуючих програмно-апаратних комплексів керування технологічним процесом вирощування монокристалів є відсутність інтелектуальної складової, що є інваріантною до змін вхідних даних та здатною функціонувати в умовах апіорної невизначеності. У процесі вирощування лужно-галоїдних сцинтиляційних монокристалів на установках «РОСТ» («Інститут сцинтиляційних матеріалів» НАН України) відбуваються часті відмови систем керування та реєстрації параметрів вирощування, що спричинене хімічно агресивними умовами внутрішнього мікроклімату та екстремальними умовами експлуатації (висока температура). За умов виходу сенсорів за межі експлуатаційних допусків подальше керування технологічним процесом у рамках традиційних підходів є неможливим [1]. Пропонується синтезувати інтелектуальну систему керування (ІСК) у рамках ІЕІ-технології [2], що функціонує (приймає рішення) за умов частково невизначеної експлуатаційної вибірки.

Як вхідний математичний опис інтелектуальної системи керування розглянемо структуру

$$\Delta_B = \langle G, T, \Omega, Z, Y, X; \Phi_1, \Psi_1, \Psi_2, \Psi_3 \rangle,$$

де  $G$  – простір вхідних факторів, які діють на ІСК;  $T$  – множина моментів часу зняття інформації;  $\Omega$  – простір ознак розпізнавання;  $Z$  – простір можливих станів ІСК;  $Y$  – класифікована вхідна навчальна матриця;  $X$  – бінарна матриця; оператор  $\Phi_1$  відображає універсум випробувань на вибіркочну множину  $X$ , яка утворює екзаменаційну матрицю  $\|x_i^{(j)} | i = \overline{1, N}, j = \overline{1, n}\|$ , аналогічну за структурою та параметрами формування навчальній матриці; оператор класифікації  $\Psi$  утворює композицію трьох операторів:  $\psi_1$  що аналізує частково невизначену екзаменаційну реалізацію та синтезує множину  $K$  довизначених реалізацій, які утворюють гіперсферичну область у просторі ознак,  $\psi_2$ , що розраховує усереднені значення функцій належності  $\{F^{M|}\}$  множини  $K$  до контейнерів  $\tilde{\mathfrak{R}}^{M|}$  класів;  $\psi_3$ , що приймає гіпотезу  $I^{M+1|}$  про належність  $K$  до одного із класів. Подамо діаграму прийняття рішень за умов частково невизначеної екзаменаційної реалізації у режимі відмовостійкого класифікаційного керування з можливістю прогностичного оцінювання параметрів зростання.

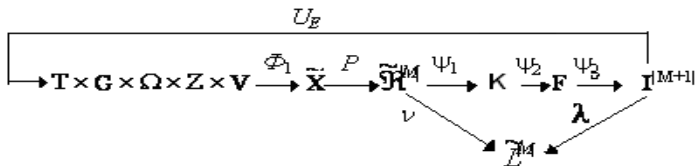


Рис. 1. Математична модель екзамену за умов частково невизначеної екзаменаційної реалізації в режимі відмовостійкого класифікаційного керування

Оскільки практичним застосуванням ІСК є рекоменда-



ційний режим, постала необхідність модифікувати алгоритм функціонування з метою перетворення отриманих на екрані значень функції належності в чітке фізичне керування або ж налаштування основного регулятора керування діаметром вирощування монокристала. З цією метою за навчальною матрицею побудовано відображення значень функції належності до відповідного значення діаметра, зафіксованого при формуванні реалізацій навчальної вибірки.

Такий підхід дозволяє в момент формування вектор-реалізації на етапі екрану оцінити поточний функціональний стан системи вирощування, і при проєкції значень функції належності до невідомої моделі, поверхню якої відтворено, подати керуючий вплив на регулятор стабілізації діаметра, фактично замінивши вимірне значення класифікаційно оціненим прогнозованим значенням.

Запропоноване інформаційне та програмне забезпечення інтелектуальної відмовостійкої системи класифікаційного керування процесом вирощування сцинтиляційних монокристалів дозволяє з високою достовірністю оцінювати поточний функціональний стан об'єкта керування та підвищити оптичні характеристики отриманої продукції.

1. Blumberg H., Wilke K. Die Automatisierung von Czochralski-Anlagen / *Kristal und Technik*, 1974. - Vol. 9. - №5. - S. 447-455.

2. Довбиш А. С. Основи проєктування інтелектуальних систем: навчальний посібник. – Суми: Видавництво СумДУ, 2009. – 171 с.

УДК 681.3.08

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТАРИЯ CODESYS В  
РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
УСТАНОВКИ ПРЕССОВАНИЯ

Г. В. Кулинченко, канд. техн. наук;  
А. А. Андрусенко, аспирант,  
Шосткинский институт Сумского государственного  
университета  
aaaus@yandex.ru

Задача выбора инструмента программирования систем автоматического управления (САУ) зачастую достаточно сложна и зависит не только от программных возможностей продуктов, функционал которых однотипен и ограничен языками стандарта МЭК 61131-3 [1], но и от программной и аппаратной совместимости имеющегося, как правило, неоднотипного оборудования и SCADA-систем.

Ассортимент программных пакетов, отвечающий современным требованиям, достаточно широк (CoDeSys, Concept, IsaGRAF, TraceMode, OpenPCS, Multiprog, Virgo2000, KONGRAF). Из перечисленных программных продуктов CoDeSys является одним из наиболее известных универсальных инструментов МЭК-программирования для ПЛК и промышленных компьютеров. Его используют более ста известных компаний-изготовителей аппаратных средств индустрии автоматизации. Помимо пяти стандартных языков, в CoDeSys включен редактор SFC-диаграмм, основанный на языке FBD, но более удобный и наглядный за счет свободного размещения блоков. CoDeSys может генерировать машинный код для бо-

льшинства распространенных процессоров (Motorola, Intel (в т.ч. 80x86 и Pentium), Siemens, Hitachi и др.). Все компоненты CoDeSys подробно документированы и имеют встроенную систему помощи [2].

Анализ задач управления процессом прессования (ПП) показывает, что разработанное программное обеспечение должно решать следующие задачи:

а) стабилизация скорости перемещения поршня гидроцилиндра пресса;

б) управление усилием и временем прессования.

Сформулированные задачи управления установкой прессования решаются на основе технических средств, обеспечивающих построение соответствующих контуров управления, а также использования концепции «микропроцессорного УСО» (рис.1).

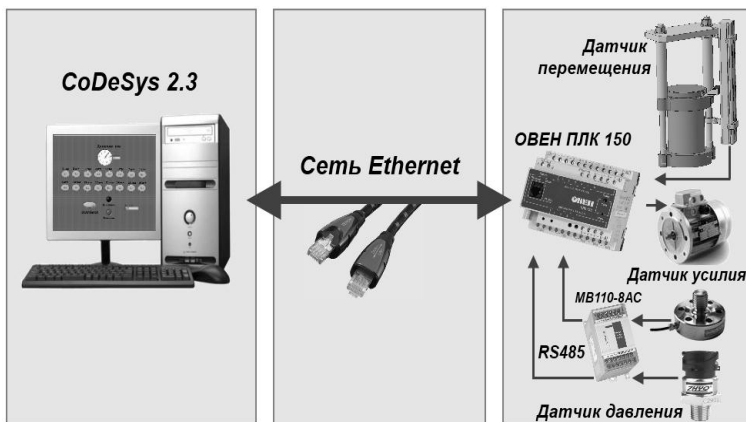


Рис. 1. Схема системы управления ПП

Удаленное УСО реализовано на базе ПЛК-150 (Овен, Россия), который позволяет через сеть Ethernet настраивать конфигурацию, осуществлять контроль ввода - вывода, используя стандартный протокол Modbus. Разработка программного обеспечения проводилась в программном пакете CoDeSys 2.3 и с использованием языков программирования SFC, ST и FBD. Поставленные задачи могли быть полноценно реализованы только на одном из перечисленных языков, однако в целях построения «гибкой», легко перестраиваемой системы за алгоритмическую основу программы принят язык SFC, а на языках ST и FBD, в свою очередь, организованы функции обработки и управления.

На рис. 2 представлены экраны автоматизированного рабочего места (АРМ), разработанные в программном пакете CoDeSys 2.3.

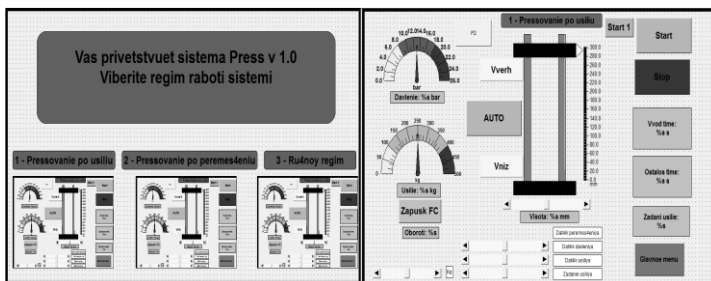


Рис. 2. Экраны АРМ

В ходе работы исследован инструментарий разработки автоматизированных систем управления установками прессования. При анализе и выборе технических и программных средств апробирована продукция мировых произ-

водителей, хорошо зарекомендовавшая себя на многих производствах, что обеспечивает системе высокую надежность.

Выбран модульный принцип построения и использования открытого промышленного стандарта Modbus, позволяющий легко модернизировать систему и по мере необходимости добавлять в нее новые элементы, постепенно охватывая дополнительные параметры системы. Сетевой принцип построения системы автоматизации позволяет согласовываться с другими системами контроля, обработки и управления, используемыми при экспериментах и испытаниях.

Испытанная система управления может быть использована не только для управления установками прессования, но при построении других систем, имеющих подобные эксплуатационные характеристики. При соответствующей доработке программного обеспечения АРМ полученные результаты могут быть тиражированы на промышленные линии и установки.

3. Христенсен, Дж. Х. Знакомство со стандартом на языке программирования PLC: IEC 1131-3 (МЭК 1131-3) Электронный ресурс/ Дж. Х. Христенсен. – [2004]. – Режим доступа: <http://www.asutp.ru>.

4. Петров, И. В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования/ И. В. Петров; под ред. проф. В. П. Дьяконова. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 256 с.

УДК 681.5

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТАНОВКИ ОТЛИВА ПЛЕНОК

Г. В. Кулинченко, доцент; В. А. Багута, аспирант,  
Шосткинский институт СумГУ  
georgv@ukr.net

Среди задач управления процессом отлива пленок наиболее важной является задача управления потоком полимерного раствора, формирующего пленку на движущейся подложке.

Истечение полимера из щели фильеры описывается системой нелинейных дифференциальных уравнений Навье – Стокса, а сам полимер является неньютоновской сжимаемой жидкостью. Существует множество программных продуктов Flow Vision , CFX, Fluent, STAR-CD, предназначенных для моделирования истечения жидкости из щели, которые позволяют визуализировать результаты моделирования. Однако управлять процессом в режиме реального времени на основании получаемых данных проблематично.

Одним из возможных вариантов построения системы управления процессом отлива является система управления на базе без поисковой адаптивной модели части системы, характеризующаяся нестационарными параметрами (рис.1).

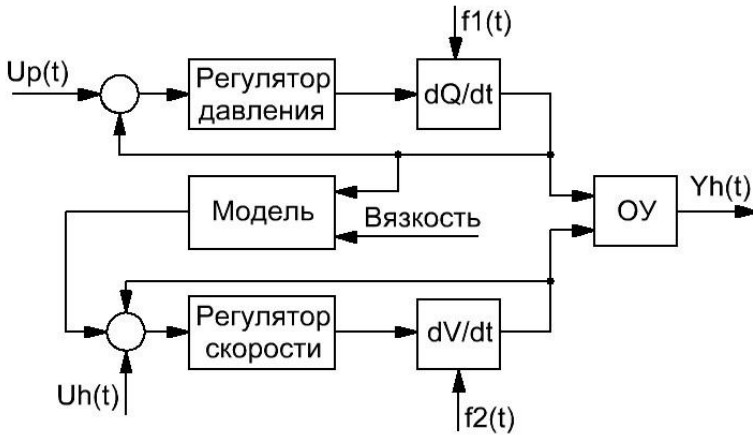


Рис. 1. Адаптивная система управления отливом пленки

Критерием управления системы является минимизация разнотолщинности пленки, которая зависит от соотношения скорости истечения полимера из щели и скорости движения подложки [1]. Регулирование величины расхода полимера и скорости перемещения подложки классическими методами, например, стабилизацией заданных значений, неэффективно в силу нестационарности действующих возмущений.

Дополнительные сложности при формировании управляющих воздействий возникают из-за неньютоновских свойств используемых полимерных растворов. Соответственно уравнения Навье – Стокса, описывающие течение таких растворов, для расчета управляющих воздействий в реальном масштабе времени становятся громоздкими и усложняют реализацию регулятора.

На сегодняшний день имеются много работ по обработке нестационарных случайных процессов, основным направлением которых является задача эффективного прогнозирования.

Задача прогнозирования для нестационарного процесса в основном решается вейвлет- преобразованиями , нейронными сетями или применением какого-либо метода фильтрации.

Более оправданным является подход к управлению, базирующийся на использовании «экспертной» модели. Линеаризация этой модели проводится в пространстве состояний, позволяющем корректировать уравнение модели по измеряемым в процессе отлива пленки данным.

Подстройка модели по величине невязки позволяет адаптировать модель по принятому критерию. В нашем случае при заданной толщине пленки в проектируемой системе по измеренному давлению и вязкости полимерного раствора формируются управляющие воздействия для приводов насоса и транспортирующего механизма.

1. Кулинченко Г. В., Багута В. А. Моделирование процесса формирования пленки на движущейся подложке: Международная научно-техническая конференция «Теоретические и прикладные аспекты кибернетики». – Киев, 2011. – С. 261-263.



УДК 681.5

**КЛАСИФІКАЦІЯ ВИПАДКОВИХ ПРОЦЕСІВ  
ЗАСОБАМИ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ З ВИКОРИСТАННЯМ  
СЕРЕДОВИЩА MATLAB ТА ПАКЕТА FUZZY LOGIC  
TOOLBOX**

Г. О. Кириленко, студент,  
Вінницький національний технічний університет  
anyakurul1@rambler.ru

Багато процесів у навколишньому світі заздалегідь передбачити складно, це викликано впливом випадкових факторів на хід процесу. Випадковий характер збурювальних впливів та керованих величин передбачає застосування процедури статистичної обробки результатів вимірювань, що обумовлює наявність таких складових похибки, як статистична похибка і похибка, викликана неадекватністю алгоритму обробки реального випадкового процесу. Причиною останнього виду похибки є помилка класифікації процесу, що спостерігається. Метою роботи є розроблення методу класифікації випадкових процесів засобами нечіткої логіки, який допоможе визначити клас процесу для подальшого його прогнозування.

Випадковий процес називається стаціонарним, якщо всі багатовимірні закони розподілу залежать тільки від взаємного розташування моментів часу, але не від самих значень цих величин.

$$\begin{aligned} M[X(t)] &= \text{const}, D[X(t)] = \text{const}, & (1) \\ R_x(t_1, t_2) &= R_x(\tau), \tau = t_2 - t_1. \end{aligned}$$

У роботі пропонується розділяти процеси не на два крайні випадки – абсолютно стаціонарні чи абсолютно не-стаціонарні, а визначати ступінь їх стаціонарності чи не-стаціонарності. Для цього використовується нечітка логіка, а саме метод нечіткого логічного висновку [1,2].

Кожну з класифікаційних ознак, а саме: математичне сподівання, дисперсію та кореляційну функцію, подамо у вигляді лінгвістичної змінної, що представлена трьома параметрами –  $\langle R, T, U \rangle$ , де  $R$  – це ім'я змінної;  $T$  – термножина, кожен елемент якої представлений у вигляді нечіткої множини на універсальній множині  $U$ . У даному випадку іменем змінної буде „Вид процесу”. Термножину змінної „Вид процесу” визначимо як {„стаціонарний”, „не-стаціонарний”}. Кожен терм із термножини визначимо функцією належності. Ідея класифікації полягає в тому, щоб визначити ступінь стаціонарності. Наприклад, якщо зі зміною часу математичне сподівання змінюється на дуже малу величину, то такий процес також можна вважати стаціонарним. Нехай якийсь конкретний процес можна вважати стаціонарним, якщо математичне сподівання з часом відхиляється від середнього значення на 1%. Якщо відхилення більше 1%, то процес можна класифікувати як не-стаціонарний. Оскільки відхилення може набувати будь-якого значення, то універсальною множиною в даному випадку буде множина значень  $\{0, \infty\}$ .

Щоб визначити ступінь стаціонарності процесу, для математичного сподівання визначається найбільше відхилення від середнього значення на певному проміжку часу. Да-

лі для цього відхилення знаходиться значення функції належності, яка і покаже ступінь стаціонарності процесу.

Запропонований метод реалізовано в середовищі MATLAB. Перевагою методу є те, що він шляхом нескладних математичних операцій та використання зручного пакета для роботи з нечіткою логікою Fuzzy Logic Toolbox дає можливість визначити належність процесу до того чи іншого класу, маючи на вході лише лінгвістичну змінну, що позначає найбільше відхилення математичного сподівання від середнього значення на певному проміжку часу. Для даної змінної задається терм-множина та функції належності кожного терму. Також формується база правил, на основі якої здійснюється нечіткий логічний вивід. На виході отримується вид випадкового процесу [3].

Застосування запропонованої методики дозволить підвищити точність управління, покращити стабілізацію технологічних параметрів у досить вузьких межах, а також прогнозувати поведінку процесу в наступні моменти часу.

1. Вентцель Е. С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. – М.: Высшая школа, 2000. – 383с.

2. Прохоренков А. М. Использование методов нечеткой логики для определения классификационных характеристик случайных процессов / А. М. Прохоренков, Н. М. Качала // Вестник МГТУ. – Том 9, № 3. – 2006. – С. 81-82.

3. Штовба С. Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB / С. Д. Штовба. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 288с.

УДК 004.81

**ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-  
ЕКСТРЕМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ НАВЧАЛЬНОЮ  
ДІЯЛЬНІСТЮ НА ОСНОВІ ПРЕЦЕДЕНТІВ**

Б. О. Кузіков, зав. лаб. систем електронного навчання,  
Сумський державний університет  
b.kuzikov@dl.sumdu.edu.ua

Розробники систем адаптивного управління дистанційним навчанням часто стикаються з проблемою побудови формалізованих, кількісних моделей керування [1,2]. Одним із шляхів розв'язання цієї проблеми є побудова моделей із використанням інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології (ІЕІТ). У СумДУ був впроваджений модуль інформаційно-екстремальної СППР керування СДН. Він дозволив формувати рекомендації користувачеві щодо побудови навчальної траєкторії, реалізуючи ліберальний підхід до керування навчанням. При побудові модуля використовувався висновок на основі прецедентів та математичний апарат інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології.

Вхідними даними для навчальної вибірки стали записи журналу роботи із СДН за період з 9 січня до 26 травня 2011 року (більш як 5,2 мільйона запитів). Дані були розбиті на 5 кластерів, що відповідають наступним патернам поведінки: «повернутися до попередньої лекції», «перейти до наступної лекції», «повторити контроль знань», «перейти до іншої дисципліни», «закінчити роботу із СДН». Потужність словника ознак розпізнавання дорівнює 19.

Аналіз результатів впровадження показали в цілому позитивне ставлення користувачів до нововведення (менше 1% відмов). Незважаючи на те, що СПІР має робочу область для всіх класів розпізнавання, КФЕ та геометричні параметри контейнерів класів свідчать про їх щільний перетин (рис 1.). Виходом із цієї ситуації є введення нових ознак розпізнавання та дослідження їх впливу на КФЕ системи та застосування ієрархічного класифікатора.

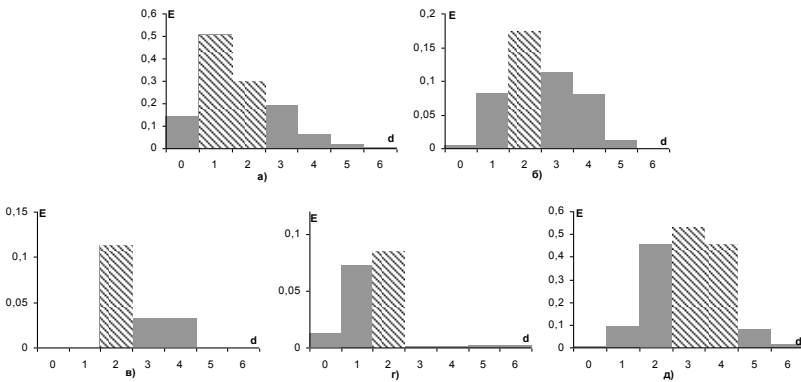


Рис. 1. Графіки залежності значення КФЕ від радіусів контейнерів класів: а) перейти до іншого курсу; б) перейти до наступної лекції; в) перейти до попередньої лекції; г) відпочити; д) спробувати здати тест ще раз

1. Карпов Л. Е., Юдин В. Н. Адаптивное управление по прецедентам, основанное на классификации состояний управляемых объектов // Труды Института системного программирования РАН, М. - 2007. Т. 13, Ч. 2. - С.37-57.

2. Klaus-Dieter Althof, Eric Auriol, Ralph Barlette, Michel Manago. A Review of Industrial Case-Based Reasoning Tools. AI Intelligence, 1995. - 148с.

3. Щеголькова В. А., Соколова В. А. Схема адаптивного обучения по прецедентам // Вісник Сумського державного університету. Серія Технічні науки. - 2009. - №3. - С. 26-31.

УДК 004.891.3

**ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК  
НЕЙРОМЕРЕЖІ В ЗАДАЧАХ ІДЕНТИФІКАЦІЇ  
ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ**

А. І. Купін, д-р техн. наук; Д. І. Кузнецов,  
Криворізький технічний університет  
kuznetsov-dennis@yandex.ru

На сьогоднішній день велика кількість складних задач вирішується за допомогою апарата штучних нейронних мереж, особливо задачі класифікації, розпізнавання образів, прогнозування та ін.

Оскільки задача ідентифікації обладнання є складовою частиною задачі діагностики електрообладнання, то час навчання та апроксимації нейромережі є досить суттєвим при вирішенні даних задач у реальному часі.

Серед усього різноманіття алгоритмів навчання нейромереж при вирішенні задач класифікації, на думку авторів, найбільш поширеними є алгоритм прямого та зворотного поширення помилки.

Для досягнення мінімального часу навчання нейромереж було використано їх паралельні варіанти з різною кількістю нейронів прихованого шару для знаходження найоптимальнішої характеристики нейромережі.

Під час тестування, у якості навчальної вибірки було обрано 10 характерних частот електрообладнання, гранична помилка  $E=0,001$ , швидкість навчання  $\alpha=0,001$ .

У результаті тестувань (див. рис. 1) було з'ясовано, що паралельні алгоритми показали більшу швидкість навчан-

ня у середньому на 23% та 40% алгоритму прямого поширення помилки та алгоритму ВР відповідно.

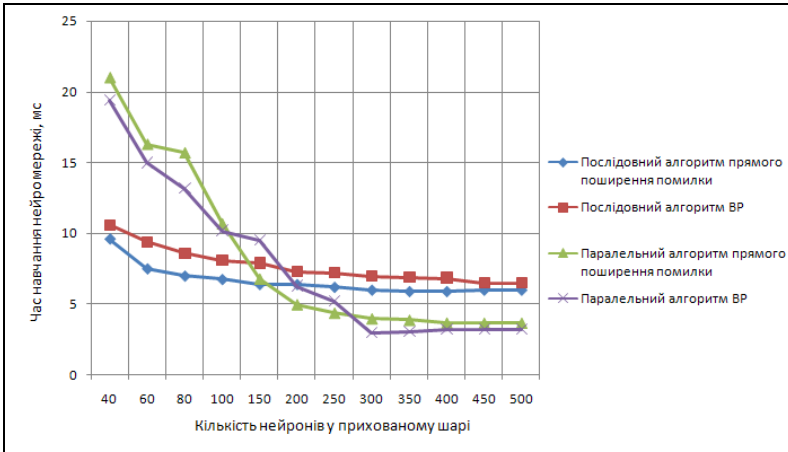


Рис. 1. Результати тестувань алгоритмів навчання нейромереж

Отже, при вирішенні задачі ідентифікації із використанням апарата нейромереж оптимальним співвідношенням на один вхідний нейрон навчальної вибірки потрібно використовувати 250-300 нейронів за умови використання розпаралеленого варіанта алгоритму зворотного поширення помилки (ВР).

1. Вороновский Г. К. Генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети и проблемы виртуальной реальности / Г. К. Вороновский, К. В. Махотило, С. Н. Петрашев, С. А. Сергеев. – Харьков: Основа, 1997. - 112с.

2. Кравченко В. М. Техническое диагностирование механического оборудования / В. М. Кравченко, В. А. Сидоров. – Донецьк, 2006. – 287 с.

## СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ОПЕРАТОРА-РУКОВОДИТЕЛЯ

Е. А. Лавров<sup>1</sup>, д-р техн. наук; Н. Б. Пасько<sup>2</sup>,  
<sup>1</sup>Сумский государственный университет;  
<sup>2</sup>Сумский национальный аграрный университет  
pasko\_nb@mail.ru

1. Введение. Одной из важнейших проблем эргономического обеспечения функционирования сложной полиэргатической системы (ПЭТС) является поддержка принятия решений оператором – руководителем (ОР). Исходя из занятости операторов, на основе анализа их индивидуальных особенностей, руководитель должен иметь возможность оценить эффективность решений по закреплению функций за операторами. Особенно это становится актуальным в системах, допускающих возникновение заявок на решение некоторых задач в случайные моменты времени. Проблема может быть решена созданием системы поддержки принятия решений о закреплении функций за операторами автоматизированных систем (СППР ЗФО). В работе [1] рассмотрены основные подходы относительно организации СППР ЗФО.

2. Анализ информационных потребностей оператора-руководителя и постановка задачи исследования. Главной функцией любой СППР является информационное обеспечение процессов поддержки принятия решений в конкретной предметной области (ПО). В работе [2] определена



информация, на основании которой ОР формирует образ реального состояния системы, оценивает закрепление функции за каждым из операторов, генерирует допустимые и выбирает оптимальный вариант. Анализ информационных потребностей ОР позволил выделить задачи и сформулировать требования к разрабатываемой системе: анализ (в разных разрезах) модели текущего состояния операторов; оценка характеристик качества и времени выполнения различных вариантов закрепления заявок за операторами; выбор оптимального варианта закрепления функции за операторами; оценка влияния факторов (в т.ч. параметров рабочей среды) на показатели качества деятельности каждого оператора; поддержка в актуальном состоянии базы данных и знаний ПО принятия решений по закреплению функций за операторами ПЭТС.

Исходя указанных требований, определяем СППР ЗФО как совокупность функциональных компонентов, информационной модели для оператора-руководителя, а также баз данных и знаний, взаимодействие которых обеспечивает обработку запросов оператора-руководителя и информационную поддержку ему при принятии решения о закреплении функций за операторами ПЭТС.

Постановка задачи. Известны: 1) структурные элементы ПЭТС, режимы функционирования системы; 2) множество функций, выполняемых системой; 3) множество операторов системы; 4) закрепление плановых функций за операторами; 5) запланированное время выполнения закрепленных функций; 6) текущее плановое назначение; 7) множе-

ство функций, которые могут возникнуть в случайные моменты времени; 8) преимущественные возможности операторов по выполнению функций; 9) возможные алгоритмы выполнения плановых функций (в том числе несколькими способами); 10) плановая занятость операторов по выполнению закрепленных функций; 11) текущие условия труда на рабочем месте человека-оператора. Необходимо:

1) предложить функциональную структуру СППР ЗФО так, чтобы обеспечить максимальную эффективность ПЭТС и выполнить ограничения на нормы деятельности операторов; 2) предложить структуру комплексных моделей системы, которые должны быть положены в основу информационного обеспечения системы.

3. Модель СППР. В каждом конкретном случае функциональная структура СППР ЗФО будет определяться на основании перечня актуальных для ОР задач. В данной работе на основе анализа ряда реальных систем определим подход к формированию обобщенной функциональной структуры.

СППР ЗФО опишем моделью:

$$\text{МСППР} = \langle \text{ИМ}, \text{УФК}, \text{ИФК}, \text{БДЗн} \rangle, \quad (1)$$

где ИМ – информационная модель для оператора-руководителя;

УФК – управляющий функциональный компонент. Основными задачами УФК являются: предоставление интерфейса ОР, поддержка базы данных и знаний системы и обработка элементов запроса ОР, которые не влекут за собой выполнение функциональных компонентов.

ИФК =(ИФК1, ИФК2, ИФК3) – исполнительные функциональные компоненты;

ИФК1 – функциональный компонент оценки алгоритмов функционирования (АФ). ИФК1 обрабатывает ту часть запроса ОР, которая касается показателей качества АФ выполнения регламентных и случайных задач.

ИФК2 - функциональный компонент выбора оптимального варианта закрепления функции за конкретным оператором.

ИФК3 – функциональный компонент оценки условий труда оператора. ИФК3 формирует ответ на часть запроса ОР о влиянии условий труда на показатели качества деятельности операторов ПЭТС.

БДЗн - база данных и знаний о закреплении ОР функций за операторами.

Для организации информационного обеспечения системы необходим ряд системных моделей, позволяющих формализовать объекты исследуемой ПЭТС. Системные модели строим, используя подход к унифицированному представлению информации об объектах ПЭТС в виде перечня баз знаний и данных, описанный в [3]. Базы знаний и данных содержат информацию о компонентах исследуемой системы (компонентных структурах) и взаимосвязях между объектами (морфологических структурах). Среди них: компонентно-системная, компонентно-элементная, компонентно-функциональная, компонентно-режимная, компонентно-квалитетная структуры. Особую важность

для данной задачи имеет модель, описывающая текущее состояние занятости операторов.

Выводы. Разработана модель СППР для оператора-руководителя ПЭТС, создающая основу для автоматизации процесса предоставления информационной поддержки при принятии решения о закреплении за конкретными операторами поступивших заявок на выполнение функции. Предложены функциональная структура и комплексные модели системы, которые должны быть положены в основу информационного обеспечения СППР.

1. Лавров, Е. А. Подход к поддержке принятия решений о распределении функций между операторами АСУ [Текст] / Е. А. Лавров, Н. Б. Пасько // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Сер. Системы управления. – 2008. - 2/2 (32). - С. 63-67.

2. Лавров, Е. А. Информационная модель для поддержки принятия решений оператором-руководителем [Текст] / Е. А. Лавров, Н. Б. Пасько // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Сер. Системы управления. - 2009. - С.49-53.

3. Информационно-управляющие человеко-машинные системы: Исследование, проектирование, испытания [Текст] : справочник / А. Н. Адаменко, А. Т. Ашеро́в, И. Л. Бердников и др.; под общ. ред. А. И. Губинского и В. Г. Евграфова. - М. : Машиностроение, 1993. – 528 с.

УДК 004.8

**РАЗРАБОТКА МЕТОДА КОМПЛЕКСНОГО  
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ КАЧЕСТВА  
ПРОИЗВОДСТВА**

А. Б. Лещенко, канд. техн. наук; Д. А. Селютин,  
Национальный аэрокосмический университет  
им. Н. Е. Жуковского «ХАИ»  
lesch@xai.edu.ua

Развитие отрасли определяет основные направления производства. Выделение основных аспектов деятельности предприятия и прогнозирование качества продукции определяют вектор развития отрасли, что позволяет эффективно использовать ресурсы предприятия. Прогнозирование решает задачу оценки качества исходя из сложного комплекса параметров продукции, изменяющихся нелинейно во времени. Качество представляется как комплексный показатель, который учитывает производственную логистику, материальную базу и квалификацию персонала исходя из статистической информации о материальном фонде производства, статистики и экспертных оценок по каждому объекту и т.д.

Метод базируется на моделировании работы предприятия с вычислением вероятности получения конкурентоспособной единицы продукции. Основа метода – имитационное моделирование и методы количественной оценки производства. Метод оценки качества продукции на основании комплексных прогнозов позволяет повысить эффективность производственной деятельности предприятия.

UDC 004.043

INTEGRATION OF INFORMATION SYSTEMS ON THE  
BASIS OF THE PROTOCOL FOR SHARING HEALTH  
LEVEL 7

A. B. Leshchenko, Ph. D.; A. V. Guk,  
NAU "KhAI"  
k302@d3.khai.edu

International experience suggests the use of information technology – the inevitability of informatization of society. Automation of health, insurance, banking and other industries – is the creation of a common information space capable of uniting all organizations of a particular branch of human activity. As a result, this provides a certain level of information to obtain reliable statistics on the activities of the organization.

Networking technologies have become a tool for integrating different purpose information systems. However, these systems are not always developed on the basis of the requirements of the logical integrity of data (calculated on particular cases), so that they can not be used in a single information space.

Use of the Health Level 7 (HL7) as meta ensuring the unity of the specifications and methodology for the design of network systems resolves a number of problems in the interaction of heterogeneous computer applications. Application of the standard HL7 to create a central data repository in a distributed information environment and ensure efficient operation of dispersed consumers of information.

The integration tool is implemented based on the DBMS Cache.

---

УДК 658.562

## УПРАВЛЕНИЕ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ТЕХНИКИ

Ю. А. Лещенко,  
Национальный аэрокосмический университет  
им. Н. Е. Жуковского «ХАИ»  
juliet.leshchenko@gmail.com

Повышение качества и конкурентоспособности продукции требует поиска новых идей и подходов, создания методов и математических моделей, в которых учитывались бы длительный жизненный цикл техники, логистические процессы для организации, управления производством и т.д. Сформированы системное представление и требования к управлению жизненным циклом техники. Были введены основные показатели для оценки отдельных этапов жизненного цикла: качество, затраты, время, риски. Формирование многоуровневой архитектуры изделия осуществляется на системном этапе проектирования с использованием компонентного подхода. Были сформулированы задачи оптимизации и архитектура техники для отдельных этапов жизненного цикла. Предложена постановка, дано решение задачи выбора и оптимизации архитектуры техники с учётом взаимодействия этапов создания и утилизации техники. Оптимизация осуществляется на основе целочисленного линейного программирования с булевыми переменными.

Данный подход используется на системном этапе создания изделия, если необходимо учесть требования и оценить показатели основных этапов жизненного цикла.

УДК 519.688

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИНОМИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ  
СЧИСЛЕНИЯ ДЛЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РЕШЕНИЙ В  
ГЕНЕТИЧЕСКОМ АЛГОРИТМЕ

А. В. Логинов,  
Луганский национальный университет  
имени Тараса Шевченко  
L\_A\_V@meta.ua

В литературе [1,2] описаны различные варианты операторов генетического алгоритма (ГА): репродукции, кроссинговера и мутации, в то же время вопрос генерации решений освещен слабо. Для представления хромосом наиболее часто используется двоичный алфавит «0» и «1». Описаны следующие способы представления хромосом в ГА: использование кода Грея, логарифмическое кодирование, представление вещественных чисел в двоичной форме [2]. В работе [5] предложен способ представления решений в фибоначчевой системе, но он имеет такой недостаток: в фибоначчевой системе запрещается расположение двух единиц подряд, что усложняет выполнение операторов мутации и кроссинговера. В то же время использование кода Фибонначи для решения данной задачи позволяет сделать вывод о том, что применение неоднородных систем счисления является оправданным при работе с ГА.

В данной работе впервые предложен способ представления решений в виде биномиального кода, что является дальнейшим развитием работы [5]. Достоинством биномиальных систем счисления для представления хромосом яв-



ляется использование двоичного алфавита, отсутствие особенностей представления числа, усложняющих реализацию ГА. Естественная избыточность, которая является особенностью неоднородных систем счисления, с одной стороны, предполагает использование большего числа разрядов для представлений хромосомы, но с другой - расширяет возможности двухточечного и многоточечного оператора кроссинговера и оператора мутации.

Таким образом, можно рассматривать использование биномиальной системы счисления для представления решений в ГА как оправданный и работоспособный способ, обладающий всеми достоинствами способа представления решений в виде фибоначчиевой системы счисления, при этом лишенный недостатков представления хромосом в виде кода Фибоначчи, вызванных особенностями представления чисел в фибоначчиевой системе счисления.

1. Гладков Л. А. Генетические алгоритмы /Л. А. Гладков, В. В. Курейчик, В. М. Курейчик. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 320 с.
2. Скобцов Ю. О. Основы эволюционных вычислений / Ю. О. Скобцов – Навчальний посібник. – Донецьк: ДонНТУ, 2008. – 326 с.
3. Борисенко А. А. Системы счисления в вычислительной технике / А. А. Борисенко, В. Б. Чередниченко // Вісник СумДУ. Серія Технічні науки. – 2009. - №4. – С. 162-177.
4. Борисенко О. А. Дискретна математика: підручник / О. А. Борисенко. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2007. – 255 с.
5. Логинов А. В. Анализ методов генерации популяции в генетическом алгоритме / А. В. Логинов // Матеріали Міжнародної конференції «Теоретичні та прикладні аспекти побудови програмних систем». Україна, Ялта, 19-23 вересня 2011 року. – Ялта, 2011. – С.93-95.

УДК 004.8

## ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД ПРИ РЕШЕНИИ ЭВРИСТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

О. А. Лябик; А. Ф. Тарасов, д-р техн. наук;  
М. А. Винников,

Донбасская государственная машиностроительная академия  
kit@dgma.donetsk.ua

Автоматизация поискового конструирования и развитие информационной поддержки этого процесса требуют решения ряда проблем, которые связаны с большим объемом информационных фондов технических решений, разнообразием существующих подходов к классификациям в различных предметных областях, сложностью постановки задач автоматизированного поиска новых технических решений.

Одним из возможных вариантов решения проблемы создания баз знаний для решения эвристических задач является использование онтологического подхода. С помощью онтологий, как своеобразных баз знаний, возможно накапливать и структурировать информацию, создавая основу для автоматизированной обработки этих знаний. Кроме того, развиваются и методы автоматизированного выявления знаний при обработке массивов информации (DataMining). Эти методы позволяют обеспечить интеллектуальную поддержку решения творческих задач. Однако эффективность поиска, в том числе эвристического, информации в базах данных и Интернет определяется качеством методов создания и использования онтологий.

Перспективы использования онтологий связаны с рядом их свойств, которые обеспечивают эффективную информационную поддержку процессов создания новых технических решений с точки зрения формализации знаний и их автоматизированной обработки: классификаций типовых задач создания новых технических решений (онтология задач) как основы распознавания и выделения типовых конфликтных ситуаций; формализации в виде онтологии общих принципов решения задач, физических и химических явлений и эффектов, фондов, приемов устранения технических противоречий; алгоритмов решения (онтология процессов решения); поиска и анализа существующих аналогов (онтология технических решений); наличия общего подхода и специализированных языков формализованного описания знаний (rdf, owl); наличия программных систем для составления, визуализации и онтологического поиска.

На основе использования онтологического подхода выполнена реализация алгоритма поиска типовых структур связанных понятий (шаблонов проектирования - design patterns) в онтологиях различных предметных областей, чтобы использовать их при проектировании программных систем, структура которых не имеет единственного решения.

Решена также задача поиска аналогов конструктивных решений в базах данных CAD-проектов на основе онтологии геометрических фигур и онтологии геометрических примитивов CAD-системы.

УДК 658.012.011.56

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА  
ПОСТАВКИ РЕСУРСНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА

О. В. Малеева, д-р техн. наук; А. В. Елизева, аспирант,  
Национальный аэрокосмический университет  
им. Н. Е. Жуковского «ХАИ»  
alina.yelizeva@gmail.com

Инновационная деятельность в современных условиях является основой стабильного и эффективного экономического роста промышленного предприятия. Без применения инноваций практически невозможно выпускать конкурентоспособную продукцию, они являются необходимым условием развития производства, появления новых видов продукции и способом адаптации предприятия к изменениям внешней среды.

Руководство современных предприятий довольно часто сталкивается со сложными проблемами в сфере снабжения. Поэтому при инновационном развитии производства актуальным является управление закупками ресурсного обеспечения, которое связано с такими планируемыми изменениями в производстве, как изменение объема производства продукции, модернизация продукции и модернизация производственных процессов. Для ресурсного обеспечения производства инновационной продукции необходимо решить следующие задачи:

- анализ рынка поставщиков ресурсного обеспечения;
- выбор поставщиков;

- осуществление процесса закупки.

Важной задачей является выбор поставщика из допустимого множества вариантов по сформированной системе критериев. Оценку эффективности выбора предлагается проводить с помощью имитационного моделирования в среде Business Studio с применением методов функционально-стоимостного анализа. Данная среда позволяет осуществлять моделирование процесса выбора с помощью логических выражений, состоящих из переменной (критерий выбора поставщика), оператора (условие выбора) и операнда (приемлемое значение критерия). При этом учитываются такие факторы, как наличие необходимого количества ресурсного обеспечения определенного качества, стоимость закупки и реальное время выполнения процесса поставки. Анализ эффективности предполагает определение параметров времени выполнения и времени ожидания на основе модели процесса поставки ресурсного обеспечения. Для таких параметров процесса поставки, как время выполнения, стоимость и время задержки, могут быть заданы границы допустимых значений. При этом значения временных параметров определяются в виде случайных величин, что позволяет с помощью выбранного закона распределения получить ряд их значений и основные статистические характеристики для дальнейшего анализа.

Производится имитация следующих процессов:

- поиск и выбор поставщика ресурсного обеспечения;
- заключение договора на поставку с выбранным поставщиком;
- закупка ресурсного обеспечения.

В ходе имитационного моделирования процесс заключения договора на поставку проходит такие основные этапы, как: формирование, согласование, регистрация и подписание. Оценку стоимости закупки предлагается проводить с помощью функционально-стоимостного анализа (ФСА). Согласно ФСА стоимость процесса определяется как сумма стоимостей всех выполненных конечных процессов, для которых назначаются исполнительные ресурсы. Эффективность выбора поставщика может быть оценена как отношение результата (качество принятого управленческого решения) к затратам (стоимости закупки ресурсного обеспечения производства).

Таким образом, анализ данных имитации позволяет:

- оценить средние значения и разброс ключевых параметров процесса;
- идентифицировать наиболее затратные и наиболее длительные процессы;
- идентифицировать временные ресурсы, т.е. перегруженные ресурсы, и получить рекомендации о необходимом количестве таких ресурсов;
- проанализировать статистику по изменению значений переменных.

1. Гаджинский А. М. Логистика / А. М. Гаджинский. - 2-е изд. - М.: Информационно-внедренческий центр "Маркетинг", 1999. - 228 с.

2. Кельтон В. Имитационное моделирование. Классика CS / В. Кельтон, А. Лоу. – 3-е изд. СПб: Питер, К.: Издательская группа BHV, 2004. – 847 с.

**ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМАМИ  
ТЕСТИРОВАНИЯ ВЫСОКОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ**

О. Г. Молчанова, аспирант,  
Национальный аэрокосмический университет  
им. Н. Е. Жуковского «ХАИ»  
molchanova@mail.ru

Тестирование является одной из форм мониторинга образования, а в случае, когда результаты используются в национальных масштабах, например, для поступления в вузы, ответственность за организацию, проведение и публикацию результатов значительно выше, чем в обычных системах, используемых в учебном процессе. Поэтому системы управления тестами высокой ответственности характеризуются широким набором функций и являются сложной информационной технологией (ИТ), представленной на рис.1.

К таким функциям следует отнести:

- подготовку тестов (формирование банка тестовых заданий; калибровка заданий; формирование теста с заданными характеристиками);
- проведение тестирования (регистрация участников; сканирование и распознавание бланков; обработка результатов с заданным уровнем надежности и конфиденциальности; выставление оценок; распечатка итоговых ведомостей; проведение апелляций); психометрический анализ результатов тестирования (статистический анализ, иссле-

дование качества тестовых заданий; выравнивание результатов тестирования).



Рис. 1. Технология управления системой тестирования

Для реализации и согласования функций ИТ систем тестирования предлагается создание единой информационной платформы, состоящей из набора взаимосвязанных модулей. Одной из особенностей систем тестирования высокой ответственности является необходимость включения различных методов расчета показателей теста и проведение разнообразных методик анализа тестовых заданий. В рамках исследований разработаны новые методы [1] - формирование оценок результатов тестирования в выбранной шкале с заданной точностью, автоматическое формирование теста на основе банка откалиброванных тестовых заданий, формирование эквивалентных выборок для сравнения тестов или для проведения социологического анализа, установление и обоснование порогового балла.

1. Соколов А. Ю. Методы оценивания результатов тестирования в автоматизированных системах обучения / А. Ю. Соколов, О. Г. Молчанова // Харків: Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2011. – № 1 (49). – С. 117-123.



УДК 681.518:004.93.1'

**КЛАСИФІКАЦІЙНИЙ РЕГУЛЯТОР ДЛЯ  
АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ВИРОЩУВАННЯ  
МОНОКРИСТАЛІВ**

В. В. Москаленко, аспірант,  
Сумський державний університет  
systemscoders@gmail.com

Основним із способів підвищення функціональної ефективності автоматизованої системи керування (АСК) вирощуванням монокристалів є надання їй властивості адаптивності. Як один із перспективних напрямів аналізу та синтезу адаптивних АСК є використання ідей і методів інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології (ІЕІ-технологія), що ґрунтується на машинному навчанні та розпізнаванні образів [1]. З цією метою в існуючу систему керування введено здатний навчатися класифікаційний регулятор (рис.1).

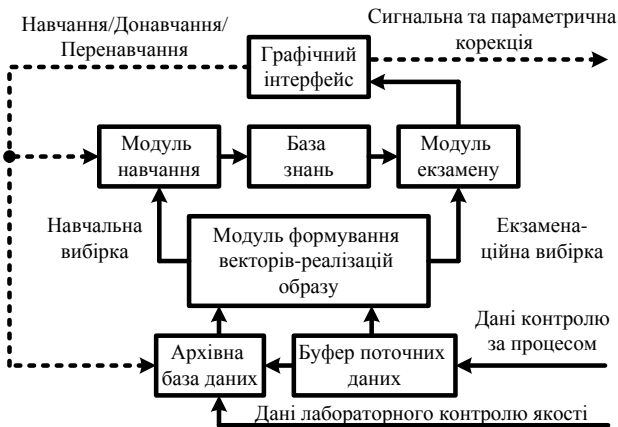


Рис. 1. Структура класифікаційного регулятора

Суть класифікаційного керування полягає в такому. Час вирощування монокристалу розбивається на  $R$  інтервалів і для кожного з них за архівними трендами аналогічних вирощувань формується алфавіт параметричних класів  $\{X_m^o(\tau_r) \mid m = \overline{1, M}; r = \overline{1, R}\}$ , що характеризують допустимі функціональні стани технологічного процесу на інтервалі  $\tau_r$ . Для кожного інтервалу часу на етапі навчання адаптивного регулятора в рамках ІЕІ-технології апріорно нечітке розбиття простору ознак розпізнавання трансформується в чітке розбиття еквівалентності класів, що дозволяє побудувати безпомилкові за навчальною матрицею вирішальні правила.

Крім того, на етапі навчання при визначенні глобального максимуму інформаційного критерію функціональної ефективності (КФЕ) для кожного класу  $X_m^o(\tau_r)$  обчислюється варіаційний ряд екстремальної порядкової статистики (ЕПС) з розподілом  $\chi^2$ , яка є чутливою до виходу значень ознак за межі своїх контрольних допусків внаслідок зношення вузлів і агрегатів АСК та об'єкту керування, або зміни умов їх експлуатації або збереження.

У режимі екзамену визначається поточний параметричний клас, з яким ідентифіковано відповідні сигнали параметричної та сигнальної корекції технологічного процесу. Додатково на етапі екзамену формується поточна ЕПС. Якщо ЕПС виходить за межі довірчого інтервалу, то приймається рішення про перенавчання на відповідному часовому інтервалі. Умовою донавчання є поява екзаменацій-

ної вибірки, для якої усереднена функція належності менша за порогове значення. За виконання умови статистичної стійкості та однорідності даної вибірки вона подається в регуляторі як навчальна.

На рис. 2 показано ітераційний пошук усередненого за алфавітом та інтервалами нормованого ентропійного КФЕ [2] на кожній ітерації навчання для алфавіту із трьох параметричних класів при паралельно-послідовній оптимізації поля контрольних допусків на ознаки розпізнавання.

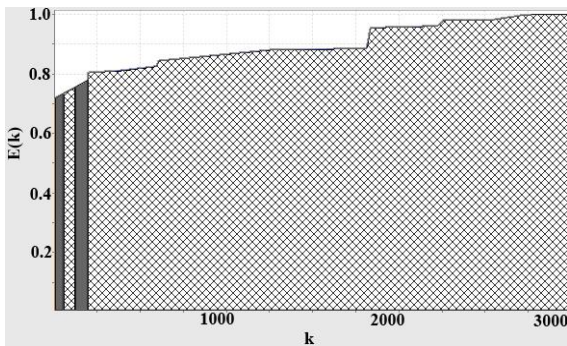


Рис. 2. Графік залежності КФЕ від кількості ітерацій  $k$  алгоритму паралельно-послідовної оптимізації полів контрольних допусків на ознаки розпізнавання

Стабільність діаметра вирощеного монокристала вважають непрямим показником якості. Тренди контролю діаметра на деякому відрізку часу до і після застосування класифікаційного регулятора наведено на рис. 3.

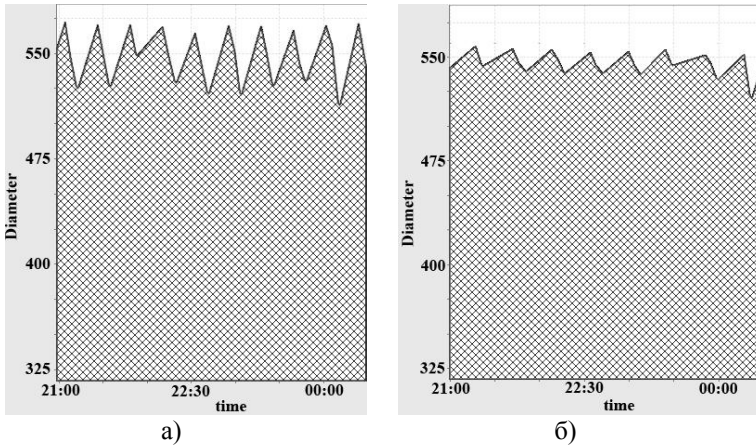


Рис. 3. Тренди контролю за діаметром монокристалу при завданні 550 мм: а) традиційна АСК; б) АСК з класифікаційним регулятором

Аналіз рис. 3 показує, що внаслідок своєчасної корекції відхилення діаметру монокристалу в процесі його вирощування зменшилися вдвічі.

Таким чином, за результатами фізичного моделювання в рамках ІЕІ-технології побудовано безпомилкові за навчальною матрицею вирішальні правила, які забезпечують при функціонуванні регулятора в режимі екзамену наближену до одиниці повну ймовірність прийняття правильних керуючих рішень.

1. Краснопоясовський А. С. Інформаційний синтез інтелектуальних систем керування: Підхід, що ґрунтується на методі функціонально-статистичних випробувань / А. С.Краснопоясовський. – Суми: Видавництво СумДУ, 2004. – 261 с.

2. Довбиш А. С. Інтелектуальна система підтримки прийняття рішень для керування вирощуванням монокристалів / А.С. Довбиш, В. С. Суздаль, В. В Москаленко //Вісник СумДУ. Серія технічні науки.– 2011.– №1.– 39 с.

УДК 004.896

**ЗАСТОСУВАННЯ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ  
ПРИ ПОБУДОВІ РЕГРЕСІЙНИХ МОДЕЛЕЙ**

А. І. Купін, д-р техн. наук; І. О. Музика, аспірант,  
Криворізький національний університет  
MusicVano@mail.ru

Одним із головних завдань інтелектуального керування технологічними процесами (ТП) згідно із концепцією «чорної скриньки» є побудова математичної моделі за статистичними даними. Тому метою роботи є підвищення ефективності навчання регресійної моделі в режимі online за умов неоднорідності вхідної інформації. Для підвищення якості прогнозування отриманої математичної моделі доцільно перед процедурою навчання попередньо проводити кластерний аналіз статистичних даних (рис. 1).



Рис. 1. Етапи побудови математичної моделі

Аналіз існуючих алгоритмів кластеризації (К-середніх, мінімального покриваючого дерева, нечіткої, пошарової та ієрархічної кластеризації) показав властивий більшості методів недолік – необхідність апріорного визначення кількості кластерів або їх діаметра, що в умовах значних обсягів статистичних даних (понад 200) зробити досить складно. Дослідження показали, що ефективним в умовах неперервних функцій розподілу технологічних параметрів є алгоритм нечіткої кластеризації з динамічним настроюванням кількості та розмірів кластерів [1, 2].

Як критерій кластеризації використовується мінімум суми всіх зважених відстаней (1)

$$F = \sum_{j=1}^K \sum_{i=1}^N (\mu_{ji})^q \|X_i - C_j\| \rightarrow \min, \quad (1)$$

де  $i, j$  – номер вхідного вектора та кластера відповідно;  $K, N$  – кількість кластерів та векторів відповідно;  $\mu_{ji}$  – матриця приналежності  $i$ -го вхідного вектора  $X_i$  до  $j$ -го кластера заданого своїм центром  $C_j$ ;  $q$  – фіксований параметр, що настраюється;  $\|X_i - C_j\|$  – евклідова міра відстані. Визначення кількості кластерів проводиться на основі аналізу екстремумів функцій густини розподілу статистичних даних за окремими змінними  $f(x_i)$  (рис. 2).

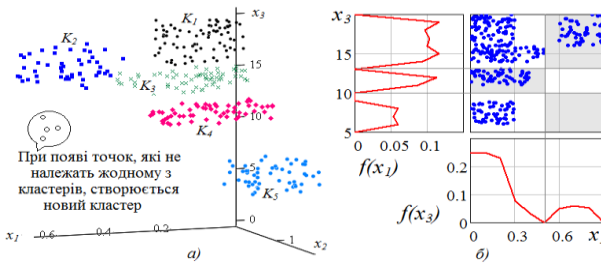


Рис. 2. Ідентифікація кластерів у статистичній вибірці (а) та визначення кількості кластерів на основі функцій густини розподілу (б)

Таким чином, за попередніми оцінками, застосування кластерного аналізу перед процедурою побудови регресійного рівняння дозволить підвищити якість прогнозування моделлю на 5–10%.

1. Мандель И. Д. Кластерный анализ / И. Д. Мандель. – М.: Финансы и статистика, 1988. – 176 с.

2. Вятченин Д. А. Нечеткие методы автоматической классификации: монография / Д. А. Вятченин. – Минск: Технопринт, 204. – 219 с.

УДК 004.021

**АЛГОРИТМ АНАЛИЗА ЯЗЫКОВ, ПРЕДСТАВИМЫХ В  
ГРАФАХ С ОТМЕЧЕННЫМИ ВЕРШИНАМИ**

Н. В. Ногина; Е. А. Пряничникова; И. С. Грунский,  
канд. физ.-мат. наук,  
Институт информатики и искусственного интеллекта До-  
нецкого национального технического университета  
natalyn08@mail.ru

В данной работе предложен новый алгоритм решения системы линейных уравнений в алгебре языков, представимых в графах с отмеченными вершинами, в котором используется матричное представление этих графов. Предложенный алгоритм позволяет находить для любого графа с отмеченными вершинами регулярное выражение алгебры, описанной в [1], язык которого совпадает с языком, порождаемым графом.

Язык, представляемый регулярным выражением  $R$ , обозначим  $L(R)$ . В работе [1] показано, что для любого графа с отмеченными вершинами  $G$ , порождающего язык  $L(G)$ , можно найти регулярное выражение  $R$ , для которого  $L(R)=L(G)$ . Для этого необходимо решить систему линейных уравнений вида

$$\begin{aligned} L_1 &= M_{11} \circ L_1 \cup M_{12} \circ L_2 \cup \dots \cup M_{1n} \circ L_n \cup V_1 \\ L_2 &= M_{21} \circ L_1 \cup M_{22} \circ L_2 \cup \dots \cup M_{2n} \circ L_n \cup V_2 \\ L_n &= M_{n1} \circ L_1 \cup M_{n2} \circ L_2 \cup \dots \cup M_{nn} \circ L_n \cup V_n, \end{aligned}$$

где  $L_i$  – язык, порождаемый  $i$  вершиной графа;

$M_{ij} = \mu(q_i)\mu(q_j)$ ;  $\mu(q_i)$  – отметка  $i$  вершины графа;

$V_i = \mu(q_i)$ , если вершина  $q_i$  является конечной,  $V_i = \emptyset$  в противном случае.

С использованием матриц над регулярными выражениями рассматриваемой алгебры данную систему можно записать в матричном виде как  $L = M \circ L \cup V$ . В [1] показано, что такая система имеет единственное решение  $L = M^{\otimes} \circ V$ .

Предложен рекурсивный алгоритм вычисления матрицы  $M^{\otimes}$ , который улучшает алгоритм из [2] за счет более быстрого вычисления компонент этой матрицы.

Доказано, что результатом работы алгоритма является вектор  $L$ , элементами которого являются регулярные выражения, описывающие языки, порожденные всеми вершинами исходного графа.

Разработанный алгоритм является существенной модификацией классического способа решения уравнений в линейной алгебре, основанного на вычислении обратной матрицы. Для решения поставленной задачи потребовалось ввести алгебру матриц над элементами рассматриваемой алгебры и разработать алгоритмы выполнения основных матричных операций.

1. Грунский И. С. Об алгебре языков, представимых графами с отмеченными вершинами / И. С. Грунский, Е. А. Пряничникова // Труды Ин-та прикл. математики и механики НАН Украины. – Донецк, 2009. – Т.18. – С. 37-46.

2. Пряничникова Е. А. Решение систем линейных уравнений в алгебре языков, представимых в графах с отмеченными вершинами. /

Е.А. Пряничникова, Н.В. Ногина // «Сучасна інформаційна Україна: інформатика, економіка, філософія»: матеріали доповідей конференції (Донецьк, 13-14 травня 2010 р.). – Донецьк, 2010. – Т.1. – С. 127-131.



УДК 004.77

## РАЗРАБОТКА БЮДЖЕТНОЙ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ ДЛЯ КОМПЛЕКСА ЗДАНИЙ

В. К. Ободяк, канд.техн.наук; С. Г. Самойлов, студент,  
Сумский государственный университет  
vobodyak@id.sumdu.edu.ua

Целью работы является создание бюджетной сети распределения канала Интернет среди пользователей в нескольких зданиях. Благодаря большому количеству квартир и жителей в таких домах становится принципиально возможным развертывание смешанного (Ethernet + Wi-Fi) типа сети.

Как показали проведенные исследования, поставленная задача может быть реализована недорогими аппаратными средствами с использованием бесплатного программного обеспечения. Не потребуется также высокая квалификация при администрировании сети.

Для исследования оптимизации сети, в которой активно используются программы «торрент-клиент», с помощью “MS Visual studio 2010” была разработана программа мониторинга сессий NAT. В результате анализа выяснилась необходимость наличия более мощного маршрутизатора, нежели бюджетный ADSL-модем.

Пользователи разработанной сети получают доступ в Интернет значительно дешевле условий коммерческого доступа. Для улучшения обслуживания бюджетной локальной сети требуется создание сайта автоматического учета и оповещения о сборе абонентской платы.

УДК 519.85

РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ОПТИМІЗАЦІЙНИХ ЗАДАЧ  
МЕТОДОМ ВІДСІКАННЯ ВЕРШИН ГРАФА  
ПЕРЕСТАВНОГО БАГАТОГРАННИКА

О. О. Ємець, професор; Є. М. Ємець, професор;  
Д. М. Ольховський,  
ВНЗ Укоопспілки «Полтавський університет економіки і  
торгівлі»  
contacts@informatics.org.ua

Останнім часом зросла актуальність розв'язування задач евклідової комбінаторної оптимізації на вершинно-розташованих множинах, зокрема переставленнях. Такими моделями можливо представити задачі з різноманітних сфер людської діяльності, зокрема промисловості, сільськогосподарської сфери тощо.

У доповіді пропонується метод відсікання вершин графа багатогранника.

Розглянемо задачу (за [1]) максимізації лінійної цільової функції

$$\sum_{j=1}^k c_j x_j \rightarrow \max$$

з лінійними додатковими обмеженнями

$$\sum_{j=1}^m a_{ij} y_j \leq b_i, i \in J_r, \sum_{j=1}^m a_{ij} y_j = b_i, i \in J_s \setminus J_r$$

та комбінаторним обмеженням

$$x = (x_1, \dots, x_k) \in E_{kv}(G).$$

Відомий [1] вигляд переставного багатогранника  $\Pi_{kv}(G)$ , критерій суміжності вершин переставного багатогранника, а також розв'язок безумовної лінійної задачі оптимізації на множині переставлень.

Граф багатогранника [2]  $\Pi_{kv}(G)$ , назвемо графом переставного багатогранника. Введемо поняття графа множини переставлень як графа  $\Gamma_{II} = \langle E_{kv}, M \rangle$ , де  $E_{kv}$  – множина всіх перестановок з різних елементів  $g_1, g_2, \dots, g_k$ ,  $M$  – множина ребер графа  $\Gamma_{II}$ . Частковим графом множини перестановок будемо називати граф  $\Gamma_P = \langle P_k, S \rangle$ , де  $P_k \subseteq E_{kv}$ ,  $S$  – множина ребер графа  $\Gamma_P$ .

Викладемо схему алгоритму методу, яка полягає в наступному:

1. Задаються початкові дані задачі.
2. Розв'язується безумовна задача лінійної оптимізації. Таким чином отримаємо початкову вершину для подальшого розв'язку задачі, яка додається до множини вершин часткового графа множини переставлень.
3. Для того щоб отримати наступну вершину розв'язку, до поточної вершини розв'язку додаються суміжні з нею вершини (згідно з критерієм суміжності вершин), а також ребра, що пов'язують ці вершини з поточною. Серед суміжних вершин обирається вершина з мак-

симальним значенням цільової функції. Ця вершина буде наступною для аналізу при розв'язуванні.

4. При переході до суміжних вершин часткового графа множини перестановок відбувається видалення проаналізованих вершин із графа. При цьому всі вершини, які були суміжними з нею, при видаленні проаналізованої вершини, з'єднуються ребрами.

5. Робота алгоритму продовжується до тих пір, поки не буде знайдено вершину, яка задовольняє всі обмеження задачі, – це оптимальний розв'язок, якщо не будуть проаналізовані всі вершини графа переставного багатогранника та встановлено факт нерозв'язності задачі.

З використанням розробленої програмної реалізації було проведено серію чисельних експериментів, яка показала практичну ефективність методу.

1. Стоян Ю. Г. Теорія і методи евклідової комбінаторної оптимізації / Ю. Г. Стоян, О. О. Ємець. – Київ: Інститут систем. досліджень освіти, 1993. – 188 с.

2. Емеличев В. А. Многогранники, графы, оптимизация (комбинаторная теория многогранников) / В. А. Емеличев, М. М. Ковалев, М. К. Кравцов – М.: Наука, 1981. – 342 с.

УДК 681.518:004.93.1'

**ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ  
ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ  
ПОРІЗУ ДОВГОМІРНИХ МАТЕРІАЛІВ**

А. О. Панич, ст. викладач,  
Сумський державний університет  
info@ksu.sumdu.edu.ua

У технологічних лініях мірного порізу довгомірних матеріалів, що рухаються, якими можуть бути, наприклад, труби, сортовий прокат, гнуті профілі, деревні плити та інше, широко використовуються летючі пили [1, 2]. Несучим органом летючої пили є платформа, на якій розміщене обладнання різальної системи. Робочий цикл електропривода платформи містить періоди робочого та зворотного ходів. Траєкторія робочого ходу містить ділянки розгону з переслідуванням перерізу різання оброблюваного виробу та руху зі сталою швидкістю відносно матеріалу з виконанням технологічної операції різання. Електропривід платформи працює з високою частотою вмикань і характеризується великими витратами електроенергії в перехідних процесах. Попередній аналіз та модельні дослідження процесів керування летючою пилою з урахуванням випадкових змін параметрів приводів платформи та оброблюваного виробу показують, що відомі закони руху та способи їх реалізації не завжди забезпечують необхідну точність порізу.

Одним із шляхів підвищення точності порізу довгомірних матеріалів є надання системі керування летючої пили

властивості адаптивності на основі машинного навчання та розпізнавання образів [3, 4]. При цьому система керування функціонує роздільно в часі у двох режимах: навчання, на якому будуються вирішальні правила та екзамену, на якому безпосередньо в робочому режимі здійснюється оцінка поточного функціонального стану електропривода платформи й, у разі необхідності, формується відповідний корегуючий сигнал. В режимі навчання, в якому система керування функціонує як система підтримки прийняття рішень (СППР), людиною-оператором задається алфавіт класів розпізнавання, що характеризують можливі функціональні стани системи, і здійснюється формування навчальної матриці.

Розглянемо основні етапи реалізації інформаційно-екстремального алгоритму навчання системи керування розпізнавання функціональних станів електропривода платформи летючої пили в період її робочого ходу. На етапі навчання СППР здійснюється побудова вирішальних правил, які застосовуються в режимі екзамену. При цьому в рамках інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології (ІЕІ-технології) [3, 4] побудова вирішальних правил здійснюється за багатоциклічною ітераційною процедурою оптимізації параметрів функціонування СППР шляхом пошуку глобального максимуму інформаційного критерію функціональної ефективності навчання системи в робочій (допустимій) області визначення його функції.

Як вхідний математичний опис розглядалися алфавіт  $\{X_m^o \mid m = \overline{1,3}\}$  класів розпізнавання і навчальна матриця

$\| y_{m,i}^{(j)} \mid i=1, N; j=1, n \|$ , де  $N, n$  – відповідно кількість ознак розпізнавання і векторів-реалізацій класів розпізнавання. Таким чином, алфавіт класів розпізнавання характеризував три функціональні стани СППР: клас  $X_1^o$  – «Норма», тобто керований рух платформи забезпечує поріз матеріалу із заданою точністю  $\pm 3$  мм, клас  $X_2^o$  – «Менше норми», коли поріз матеріалу здійснюється з меншою довжиною, ніж «Норма», і клас  $X_3^o$  – «Більше норми», коли поріз матеріалу здійснюється з більшою довжиною, ніж «Норма».

Формування класифікованої навчальної матриці здійснювалось оператором шляхом моделювання на випробувальному стенді режимів функціонування СППР згідно із заданим алфавітом  $\{X_m^o \mid m=\overline{1,3}\}$ . При цьому на тахограмі сигналу завдання швидкості, що надходить із контролера летючої пили до електропривода платформи, було виділено п'ять характерних точок ( $\tau=\overline{1,5}$ ), для яких було побудовано алфавіт параметричних класів розпізнавання  $\{X_m^o(\tau)\}$ . Перша точка на тахограмі відповідає моменту запуску платформи ( $V_2=0$ ); друга – початку зміни завдання швидкості з заданим прискоренням  $a_{зад}$ ; третя – початку зміни прискорення від  $a_{зад}$  до 0; четверта – завданню швидкості  $V_2 = V_1$ , що дорівнює швидкості руху оброблюваного матеріалу; п'ята – спрацюванню механізму зчеплення.

Словник ознак розпізнавання складався з 23 параметрів, з яких 5 безпосередньо зчитуються з датчиків системи ке-

рування: переміщення і швидкості матеріалу та платформи – відповідно  $l_1$  і  $V_1$  та  $l_2$  і  $V_2$  і момент привода платформи  $M_2$ . Крім того, враховано поточний час; різниці переміщень  $(l_1-l_2)$  та швидкостей  $(V_1-V_2)$ ; похідні моменту  $\dot{M}_2$  та швидкостей  $\dot{V}_1$ ,  $\dot{V}_2$  і  $\ddot{V}_2$ ; виміряне значення статичного моменту  $M_c$ ; виміряне значення тривалості спрацьовування механізму зчеплення; одержані від контролера лентючої пили значення моменту та швидкості привода платформи; задані значення корекції швидкості синхронізації та положення запуску платформи, які використовуються у керуючому алгоритмі; значення миттєвої потужності та роботи струму на нагрівання якоря двигуна електропривода платформи; миттєва механічна потужність, механічна робота та кінетична енергія електропривода платформи.

Як критерій функціональної ефективності навчання СППР розглядалася модифікація інформаційного критерію Кульбака у вигляді добутку логарифмічного відношення правдоподібності – відношення повної ймовірності  $P_{t,m}^k(\tau)$  правильного прийняття рішень про належність реалізації параметричному класу  $X_m^o(\tau)$  до повної ймовірності помилкового прийняття рішень  $P_{f,m}^k(\tau)$  на різницю цих повних ймовірностей. Для двохальтернативної системи оцінок рішень модифікація критерію Кульбака за умови рівноймовірних гіпотез має вигляд

$$E_m^k(\tau) = \log_2 \frac{P_{t,m}^k(\tau)}{P_{f,m}^k(\tau)} * [P_{t,m}^k(\tau) - P_{f,m}^k(\tau)] =$$



$$\begin{aligned}
 &= \left| \begin{array}{l} P_{i,m}^k(\tau) = 0,5D_{1,m}^k(\tau) + 0,5D_{2,m}^k(\tau); \\ P_{f,m}^k(\tau) = 0,5\alpha_m^k(\tau) + 0,5\beta_m^k(\tau) \end{array} \right| = \\
 &= 0,5 \log_2 \left( \frac{D_{1,m}^k(\tau) + D_{2,m}^k(\tau)}{\alpha_m^k(\tau) + \beta_m^k(\tau)} \right) * \\
 & * \{ [D_{1,m}^k(\tau) + D_{2,m}^k(\tau)] - [\alpha_m^k(\tau) + \beta_m^k(\tau)] \} = \\
 &= \log_2 \left( \frac{2 - [\alpha_m^k(\tau) + \beta_m^k(\tau)]}{\alpha_m^k(\tau) + \beta_m^k(\tau)} \right) * \{ 1 - [\alpha_m^k(\tau) + \beta_m^k(\tau)] \}, \quad (1)
 \end{aligned}$$

де  $\alpha_m^k(\tau)$  – помилка першого роду прийняття рішення на  $k$ -му кроці навчання СППР розпізнавати реалізації параметричного класу  $X_m^o(\tau)$ ;  $\beta_m^k(\tau)$  – помилка другого роду;  $D_{1,m}^k(\tau)$  – перша достовірність;  $D_{2,m}^k(\tau)$  – друга достовірність.

У рамках ІЕІ-технології як параметри навчання розглядалися радіуси контейнерів, величина яких вимірювалася кодовою відстанню Хеммінга, і система контрольних допусків на ознаки розпізнавання, яка формувала еталонні (усереднені) вектори-реалізації класів розпізнавання, вершини яких визначали геометричні центри відповідних контейнерів.

Кількість реалізацій у навчальній матриці для кожного класу дорівнювала 40, що при використанні логарифмічної статистичної інформаційної міри забезпечує статистичну стійкість і репрезентативність навчальних вибірок, значення яких утворюють відповідні стовпчики багатовимірної навчальної матриці [3]. Сформована в процесі моделюван-

ня робочих циклів летючої пили вхідна навчальна матриця в процесі навчання СППР перетворювалася в бінарну, що дозволяло шляхом допустимих перетворень – оптимізації контрольних допусків на ознаки розпізнавання – адаптувати її з метою одержання максимальної достовірності розпізнавання функціональних станів системи.

Побудова вирішальних правил у процесі навчання здійснювалася шляхом оптимізації за критерієм (1) геометричних параметрів контейнерів класів розпізнавання, що відновлювалися в радіальному базисі бінарного простору ознак розпізнавання. При цьому пошук глобального максимуму критерію (1) здійснювався в робочій (допустимій) області визначення його функції.

Одержані в процесі навчання СППР оптимальні параметри навчання розглядаються як вхідні дані для системи керування, що функціонує в режимі екзамену. Прийняття рішень у режимі екзамену здійснюється шляхом визначення належності сформованого у відповідній точці тахограми вектора-реалізації поточного функціонального стану системи керування до одного із класів розпізнавання із заданого алфавіту  $\{X_m^o \mid m = \overline{1,3}\}$ . Згідно із визначеним класом розпізнавання формується корегуючий сигнал, який змінює, у разі необхідності, значення швидкості або моменту електропривода платформи.

Таким чином, використання інтелектуальної складової в системі керування електроприводом летючої пили дозволило підвищити точність порізу оброблюваних матеріалів і зменшити ресурсовитрати шляхом надання системі влас-

тивості адаптивності. Одним із перспективних напрямів подальших досліджень є розроблення інформаційного та програмного забезпечення системи керування електроприводом летючої пили, що функціонує в режимі самонавчання.

1. Червяков В. Д. Летучие механизмы как класс рабочих машин в аспекте задач управления / В. Д. Червяков, А. А. Паныч // Электротехнические системы и комплексы: Межвузовский сборник научных трудов. – Магнитогорск: МГТУ. – 1998. – Вып. 3. – С. 176-182.

2. Лимонов Л. Г. Автоматизированный электропривод промышленных механизмов / Л. Г. Лимонов. – Харьков: Изд-во "ФОРТ", 2009. – 272 с.

3. Краснопоясовський А. С. Інформаційний синтез інтелектуальних систем керування: Підхід, що ґрунтується на методі функціонально-статистичних випробувань / А. С. Краснопоясовський. – Суми: Видавництво СумДУ, 2004. – 261 с.

4. Довбиш А. С. Основи проектування інтелектуальних систем: навчальний посібник / А. С. Довбиш. – Суми: Видавництво СумДУ, 2009. – 171 с.

УДК 681.518

## РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ИГРОВЫХ ЗАДАЧАХ

С. А. Петров, ассистент; А. А. Подкуйко, студент,  
Сумский государственный университет  
sergpet@gmail.com

Мировое ИТ-сообщество регулярно проводит различные мероприятия, стимулирующие разработчиков к созданию алгоритмов искусственного интеллекта (ИИ), при этом часто организовывается это в игровом режиме для удобства визуализации таких алгоритмов и создания конкурентных условий соревнования. Одним из таких соревнований является Google AI Challenge, в котором предлагается реализовать алгоритм, который будет руководить колонией муравьев. Игроками в данной игре являются программы, которые взаимодействуют с сервером через некоторый программный интерфейс.

На симметричной карте, состоящей из объектов «земля» и «вода» (препятствия), каждому игровому объекту будут выделены один или несколько колоний муравьев: «муравейники» - это места, в которых «рождаются» новые муравьи. Целью игры является захват и уничтожение муравейников противников, при этом сохранение и защита своих. Стоит отметить, что одним из важных особенностей правил является то, что игра пошаговая, при этом «еда» появляется в случайных, но симметричных местах, и при каждом «поедании еды» в одном из ваших муравейников рождается новый муравей.

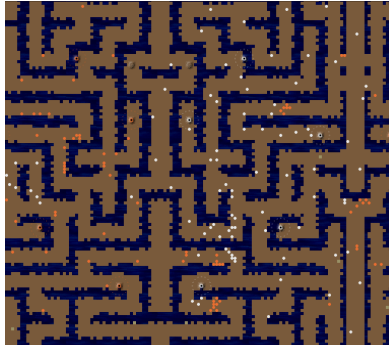


Рис. 1. Момент состояния игры

Муравьи имеют ограниченное зрение, и коллония не обладает полной информацией о карте. Муравьи могут сражаться с противниками, побеждать и погибать. Каждая программа (бот) получает начальную информацию об игре: размер карты, ограничение на количество ходов и лимиты времени на подготовку и на каждый ход. Сервер циклически выполняет следующие шаги по моделированию игрового процесса: отправка состояния игры участникам; получение команд от участников; исполнение фаз хода; обновление игровой карты; проверка условий окончания игры.

Основная идея предлагаемого алгоритма заключается в распределении между муравьями ролей («разведчик», «защитник» или «работник»), в зависимости от которых программа определяет для каждого муравья стратегию работы и последующий ход. В основе алгоритма лежит эвристическая рандомизированная оценка эффективности всех возможных вариантов развития игровой ситуации. Под эффективностью понимается некая величина, которая оценивает состояние каждого муравья и коллонии в целом.

## МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ JAVA ПРОГРАММ

Д. С. Замятин; Я. В. Пишта,

Национальный технический университет Украины «КПИ»

pishta.yaroslav@bk.ru

Создание программных продуктов, устойчивых ко взлому, теоретически невозможно, независимо от языков и технологий, которые используются при написании программы. Единственно возможный путь защиты – это усложнить взлом программы настолько, что это станет невыгодным и будет легче и дешевле купить программу.

В данной статье мы сконцентрируем внимание на защите Java-программ, так как в отличие от C или C++, Java-компилятор не создает конечный машинный код, а всего лишь его платформенно независимое представление. В результате сгенерированный байт-код содержит слишком много осмысленной информации, которая помогает разобраться взломщику программы в принципах её работы. При написании программы вводятся понятные названия для методов, переменных классов, что тоже упрощает взлом.

Наши действия должны быть сконцентрированы на защите кода от декомпиляции, так как это позволит злоумышленнику разобраться в методах работы программы и изменить ее для своих целей.

Существуют следующие стратегии победы декомпиляторов [5]:

- 1) активное использование флагов компиляции;
- 2) написание двух похожих версий программного продукта;
- 3) затемнение кода;
- 4) изменение байт-кода;
- 5) использование JNI;
- 6) хранение в атрибутах методов;
- 7) применение глухих классов.

#### 1. Использование флагов декомпиляции

В основном нас интересуют только 3 основных флага компиляции, это `-g`, `-O` и без флага. Флаг `-g` указывает компилятору добавлять номер строки и имя локальных переменных в конечный байт-код. Без флага – будут потеряны имена локальных переменных, но сохраняются номера строк. Флаг `-O` – будут дополнительно удалены номера строк.

Данный метод может являться лишь первым шагом на пути защиты Java-кода от взлома. Отсюда можно сделать единственный вывод - необходимо всегда компилировать программу только с ключом компиляции `-O[6]`.

#### 2. Написание двух версий программного продукта

Необходимо создать демо-версию программы с ограниченными возможностями и распространять ее бесплатно, а полный функционал – уже платен. Таким образом нет особой нужды защищать программу. В случае покупки программного продукта выдаётся полная версия программы [4].

Данный метод имеет несравненный плюс при демонстрации, при которой вручается полуробочий образец, который сложно будет применять в каких-либо других целях, кроме как ознакомление с программным продуктом. И, конечно же, в нем будет отсутствовать достаточно важная часть кода, которую невозможно будет получить даже при помощи декомпиляции.

### 3. “Затемнение” кода

Если проект переходит определённый предел сложности, то разобраться в логике программы можно только с использованием комментариев в коде и технической поддержки. Это и есть основа данного метода. Во всей программе происходит замена декларативных названий полей классов и методов на абстрактные, которые не несут какой-либо смысловой нагрузки.

После применение метода код станет плохо читаемым и поэтому, чтобы разобраться в логике программы, необходимо приложить на порядок больше усилий.

Данный метод очень сложно реализуем, если в программном продукте необходимо предоставлять открытый API, или если в проект вводят EJB (которые тоже должны иметь строго определённые методы открытой API), но можно применить не тотальное переименование классов и методов, а только частичное, но для этого необходимо изначально проектировать систему с учётом дальнейшего её “затемнения”.

### 4. Изменение байт-кода

Против несложных декомпиляторов можно бороться следующим способом. Вставлять лишние инструкции в



байт-код. Например, если после `return` в методе класса вставить `java` инструкцию `pop`, то многие декомпиляторы воспримут это как ошибку и не смогут корректно декомпилировать этот код. Хотя при этом JVM его сможет исполнять без ошибок. Этот метод требует знания структуры файла классов и неэффективен против некоторых декомпиляторов.

Полученный код уже не откомпилируется. Этот метод не универсален, и это, собственно, его единственный недостаток, но он может эффективно применяться наряду с другими методами защиты программных продуктов.

#### 6. Хранение классов в атрибутах

Пусть у нас есть определённая область памяти, где у нас хранится зашифрованный байт-код некоторых классов. Для того чтобы получить экземпляр класса – нам предварительно нужно расшифровать этот класс, а затем при помощи метода, схожего с `ClassLoader`, создать экземпляр класса.

Например, мне представляется хорошим сценарий вызова `native`-метода, который возвращает расшифрованный байт-код класса (если лицензия корректна)[5]. А затем мы можем работать с ним, как с обычным классом. Это получается своего рода аналог `ClassLoader`. Но при этом нужно обязательно проверить подписчика класса, а то слишком умный взломщик и вызывающий класс сможет подменить, тем самым получить недостающий ему байт-код. Так же нужно проверять, не запущена ли JVM с возможностью отладки, иначе существует риск того, что может быть получен класс напрямую из памяти.

В сочетании с использованием JNI это достаточно эффективный метод борьбы с декомпиляцией.

#### 7. Применение глухих классов

Этот метод прежде всего нацелен на то, чтобы препятствовать повторной компиляции программы. Приведу пример, который поможет понять всю прелесть идеи.

Создаем глухой класс SomeClass.java:

```
public class SomeClass { public SomeClass() { }  
    public boolean getSome() { return true; } }
```

Далее в своей программе вставляем следующий код:

```
static boolean variable1 = false;
```

```
if (!variable1) { SomeClass fc = new SomeClass(); variable1 = fc.getSome(); }
```

Например:

```
public class A { static boolean variable1 = false;  
    public static void main(String[] args) {  
        variable1 = true; System.out.println("Hello,  
World!\n");  
        if (!variable1) {SomeClass fc=new  
SomeClass();variable1= fc.getSome(); }  
    } }
```

Далее SomeClass запаковывается, например, fake.jar. Этот архив прописывается в CLASSPATH и затем компилируется A.java. После этого можно со спокойной душой отдавать A.class заказчику. Он, конечно же, без проблем его декомпилирует, но вот скомпилировать его он уже не сможет, для этого необходимо иметь SomeClass.class. В приведенном примере, конечно же, очевидно, что условие

`if (!variable1)` никогда не выполнится, но при доле смекалки можно достаточно хорошо спрятать это условие, да и вызов класса `SomeClass` сделать страшнее, чтобы злоумышленник не сразу догадался, что это только защита кода. А если таких классов сделать пару десятков, то задача компиляции может стать достаточно сложной [1].

Заключение. Из всех вышеперечисленных методов противостояния взломщику ни один не является достаточным для предотвращения нелегального использования программного продукта, написанного на Java. Но вот комплекс этих мер способен реально защитить программу от взлома. Из наиболее эффективных хочется отметить:

- 1) затемнение кода;
- 2) применение `native`-методов;
- 3) хранение классов в атрибутах.

5. <http://togethercrack.nm.ru/index.html>

6. <http://www.preemptive.com/products.html>

7. <http://www.4thpass.com/purchase/price.html>

8. <http://java.sun.com/docs/books/tutorial/native1.1>

9. Технологии программирования на Java / Х. М. Дейтел, П. Дж. Дейтел, С. И. Сантри.– Бином-пресс, 2003.–540с.

10. *Thinking in Java, Second Edition/ Eckel B., BruceEckel, 1999 – 730 с.*

УДК 681. 518:004.93.1'

## КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА ДІАГНОСТУВАННЯ ОНКОПАТОЛОГІЙ

М. С. Руденко, аспірант,  
Сумський державний університет  
makrudenko@yandex.ru

Своєчасне діагностування онкологічних захворювань дозволяє підвищити ефективність лікування. На жаль, результат діагностування все ще залежить від досвіду та кваліфікації лікаря-онколога. Тому актуальним є створення на основі машинного навчання та розпізнавання образів комп'ютеризованої системи діагностування (КСД) онкопатологій. Така система на основі сформованої експертом вхідної багатовимірної навчальної матриці в процесі навчання самостійно будує базу знань і в режимі екзамену визначає належність реалізації образу до відповідного класу із заданого алфавіту класів розпізнавання.

У роботі [1] пропонується варіант експертної системи, що здійснює пошук за базою захворювань подібні за ознаками реалізації. Такий підхід є не універсальним, оскільки не враховує перетин класів розпізнавання і, як результат, не забезпечує високої достовірності розпізнавання. У Сумському державному університеті співробітниками кафедр комп'ютерних наук і патоморфології розроблено здатну навчатися КСД рака молочної залози. Як вхідні дані було використано вектори-реалізації класів у вигляді послідовності ознак розпізнавання, які вводяться лікарем за результатами гістологічних і цитологічних досліджень. Для при-

кладу розглянемо задачу діагностування трьох класів, що характеризують мастопатію, рак та фіброаденому. Для цього випадку навчальна матриця для кожного класу мала по 40 двійкових реалізацій, що склалися із 30 ознак розпізнавання. Як критерій функціональної ефективності (КФЕ) навчання КСД розглядалася модифікація критерію Кульбака, яка є функціоналом від точнісних характеристик навчання [2].

На рис.1 показано залежність критерію Кульбака від радіусів контейнерів класів розпізнавання, одержану в процесі навчання КСД.

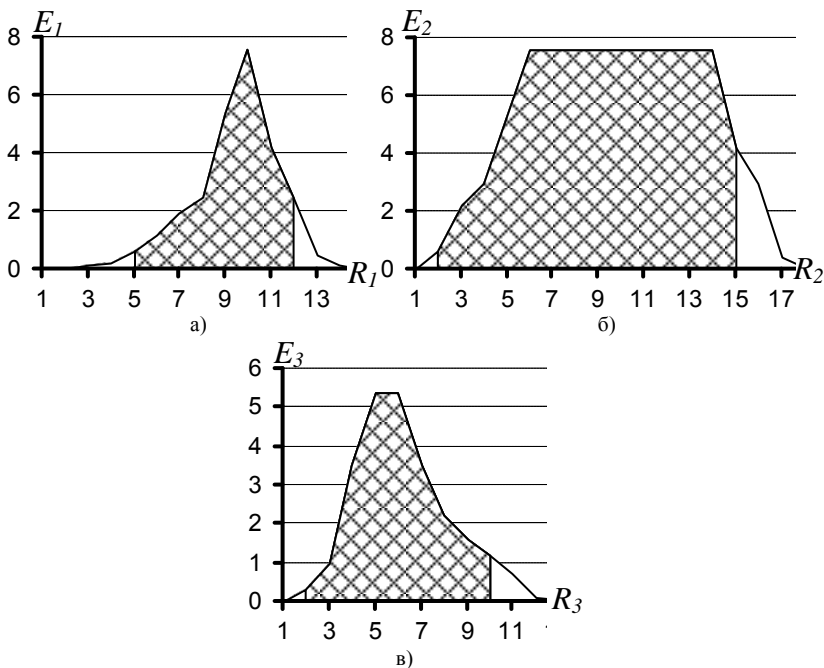


Рис. 1. Графіки залежності КФЕ від радіусів контейнерів класів розпізнавання: а) мастопатія; б) рак; в) фіброаденома

На рис. 1 заштрихована ділянка графіків визначає робочу (допустиму) область визначення функції критерію, в якій перша і друга достовірності перебільшують відповідно помилки першого і другого роду. Аналіз рис. 1 показує, що КФЕ для першого і другого класів розпізнавання досягає свого граничного значення, яке для обсягу навчальної вибірки  $n = 40$  дорівнює  $E_{гран} = 7,6$ , а для третього класу –  $E_3 = 5,4$ . При цьому оптимальні радіуси контейнерів класів розпізнавання у кодових одиницях відповідно дорівнюють  $R_1^* = 10$ ,  $R_2^* = 6$  і  $R_3^* = 5$ . За результатами фізичного моделювання в режимі екзамену КСД, тобто безпосереднього розпізнавання, повна ймовірність правильного прийняття рішень дорівнювала  $P_t = 0,9$ , що свідчить про достатньо високу надійність розробленого інформаційного і програмного забезпечення. У загальному випадку розроблена КСД дозволяє розпізнавати реалізації 12 класів, які характеризують доброякісні та злоякісні пухлини молочної залози. Для побудови безпомилкових за навчальною матрицею вирішальних правил доцільно здійснити оптимізацію інших параметрів функціонування КСД, які впливають на її функціональну ефективність.

1. Ротин Д. Л. Использование компьютерных технологий для повышения качества гистологической диагностики опухолей щитовидной железы: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. мед. наук: спец. 14.00.14 «Онкология» / Д. Л. Ротин. – М., 2005. – 24 с.

2. Довбиш А. С. Основи проектування інтелектуальних систем: навчальний посібник / А. С. Довбиш. – Суми: Видавництво СумДУ, 2009. – 171 с.

УДК 004.622:004.891

**ПОВЫШЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОСТИ СИСТЕМ  
ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ЗА СЧЕТ  
ИЗВЛЕЧЕНИЯ НЕЧЕТКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ИЗ  
РЕЗУЛЬТАТОВ ПОПАРНЫХ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК  
АЛЬТЕРНАТИВ**

П. И. Сагайда, канд.техн.наук; Ю. П. Тютюнник,  
Донбасская государственная машиностроительная  
академия  
paulsagayda@ukr.net

В настоящее время при планировании производственной деятельности для поддержки принятия решений по выбору технологических процессов, оборудования, поставщиков и т. п. широко применяется метод анализа иерархий, с соответствующей шкалой экспертных оценок и методом их обработки путем нахождения собственных векторов матриц таких оценок. По результатам обработки таких векторов для матриц, полученных по различным критериям их сравнения, формируется рекомендованное значение наилучшей альтернативы.

Существенной проблемой при практической реализации такого подхода являются отсутствие согласованности экспертных оценок в составе рассматриваемых матриц и невыполнение условия их транзитивности. Без повторного опроса лучшим решением является такая интерпретация уже полученных экспертных оценок, которая позволяет максимально извлечь из них нечеткие предпочтения экспертов.

Известны методы интерпретации слабо согласованных матриц экспертных оценок, которые сводятся в общем виде к арифметическому усреднению экспертных оценок [1] либо усреднению ранжировок, полученных по результатам обработки матриц [2]. Нами предлагается следующий алгоритм интерпретации матриц.

Результаты попарного сравнения альтернатив образуют слабосогласованную матрицу оценок, на основе которой, так же, как в [1, 2], находят набор идеально согласованных матриц. Для полученных матриц (выделяя из них только часть оценок – выше или ниже главной диагонали) проводят многомерное шкалирование. Затем для каждой альтернативы, отображаемой в  $n$ -мерном пространстве (на плоскости, если проведено двумерное шкалирование), определяется центр кластера (выполняется геометрическое усреднение), и полученные центры кластеров вновь располагаются в  $n$ -мерном пространстве. Для такой диаграммы рассеяния, как диаграмма геометрически усредненных результатов метрического шкалирования, выполняется анализ предпочтительности крайних точек облака рассеяния и принимается решение о наиболее предпочтительной альтернативе.

1. Циганок В. В. Метод обчислення ваг альтернатив на основі результатів парних порівнянь, проведених групою експертів // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 2008. – № 2. – Т.10. – 121–127.

2. Скобцов Ю.А. Разработка методики снижения модельной ошибки при обработке результатов экспертного оценивания в ходе технического переоснащения машиностроительного предприятия / Ю.А.Скобцов, Л.В. Нечволода // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – Хмельницький, 2010. – Випуск 1. – С. 156–161.



УДК 004.4'22

**РАЗРАБОТКА РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ  
КОНЦЕПТУАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ  
ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**

Ю. А. Шабалина,  
Донбасская государственная машиностроительная  
академия  
julishabalina@yandex.ru

Целью работы является разработка программного обеспечения для динамического обмена данными между субъектами проектирования.

Для анализа результатов работы системы между субъектами проектирования использована модель сложного технического объекта, представленная в виде графа. Результат создания и взаимодействия объектов для моделирования сложного технического объекта по поиску сильно связанных компонент графа представлен на рис. 1.

```
graph in Graph new.
[1 to: 81 do: [:index | graph nodes add: (Node new number: index) ].
[graph connections]
add: (Connection start: (graph nodes at: 1) end: (graph nodes at: 2));
add: (Connection start: (graph nodes at: 2) end: (graph nodes at: 5));
add: (Connection start: (graph nodes at: 5) end: (graph nodes at: 3));
add: (Connection start: (graph nodes at: 5) end: (graph nodes at: 6));
add: (Connection start: (graph nodes at: 2) end: (graph nodes at: 6));
add: (Connection start: (graph nodes at: 2) end: (graph nodes at: 3));
add: (Connection start: (graph nodes at: 6) end: (graph nodes at: 7));
add: (Connection start: (graph nodes at: 7) end: (graph nodes at: 6));
add: (Connection start: (graph nodes at: 3) end: (graph nodes at: 7));
add: (Connection start: (graph nodes at: 3) end: (graph nodes at: 4));
add: (Connection start: (graph nodes at: 4) end: (graph nodes at: 3));
add: (Connection start: (graph nodes at: 8) end: (graph nodes at: 4));
add: (Connection start: (graph nodes at: 8) end: (graph nodes at: 4));
add: (Connection start: (graph nodes at: 8) end: (graph nodes at: 7));
]
]
endGraph: graph.
]PS secs. #[:>#[:1.5 2] 2->#[:7.6] 3->#[:4.3 8]]
```

Рис. 1. Результат взаимодействия объектов языка Smalltalk

Реализована распределенная система концептуального проектирования сложных технических объектов, которая позволит упростить коллективную работу над проектом.

1. Вендров А. М. CASE-технологии. Современные методы и средства проектирования систем / А. М. Вендров. – М.: Наука, 1998. – 281с.

УДК 001.891.573

ОПТИМАЛЬНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ВІДЦЕНТРОВИХ  
НАСОСІВ ЗА НАЯВНОСТІ НЕЛІНІЙНИХ  
КОНСТРУКТИВНИХ ОБМЕЖЕНЬ

В. В. Шендрик, канд.техн.наук; Н. О. Зінченко, аспірант;  
І.О. Гордієнко, студент  
СумДУ  
ve-shen@opm.sumdu.edu.ua

Підвищення якості та скорочення строків розробки відцентрових насосів можливі лише за рахунок удосконалення методів проектування з використанням оптимізації ще на стадії розроблення проекту. Це спонукає використовувати у процесі проектування відцентрових насосів останніх досягнень у галузі математичного моделювання та нелінійного програмування для пошуку ефективних варіантів та прийняття рішень.

Основою для створення математичних моделей є комплексні дослідження, які поєднують експериментальні та розрахунково-теоретичні методи (причому останнім часом акцент зміщується в бік розрахунково-теоретичних досліджень), детального вивчення складних фізичних процесів. Для дослідження структури турбулентного потоку в елементах відцентрових насосів часто використовують чисельні методи розрахунку негустих та густих течій, а для визначення геометричних параметрів відцентрових насосів – методики, основною особливістю яких є синтез основних рівнянь гідродинаміки та емпіричних залежностей.

Під час роботи з повною моделлю відцентрового насоса виникає ряд проблем, які полягають у великій розмірності задачі, існуванні функціональних обмежень, складності коректного визначення діапазону пошуку. Вирішити ці проблеми можна, якщо використовувати ієрархічний принцип описання відцентрових насосів як складної технічної системи. Такий підхід ґрунтується на декомпозиції, що дозволяє звести початкове завдання до послідовності простих. У цьому випадку виконується пошук екстремуму цільової функції на основі спеціально сформованих математичних моделей, у яких штучно звужується допустима область пошуку, використовуються спеціальні алгоритми врахування обмежень.

Таким чином, у більшості оптимізаційних досліджень відцентрових насосів використовується «детермінований» підхід, в основу якого покладено, що отриманий результат буде реалізованим на практиці з абсолютною точністю. Саме цього неможливо досягнути в промисловості, навіть при найточнішій технології виробництва. Основною причиною цього є те, що відцентровий насос та його елементи є стохастичними системами, характеристики яких мають ймовірнісний характер. Ця проблема може бути успішно вирішена шляхом оптимізації відцентрового насоса та його елементів у стохастичній постановці. Використання структурно-параметричних методів оптимізації, які практично інваріантні до топології цільової функції та обмежень, не потребують адаптації математичних моделей і дозволяють вирішувати задачі великої розмірності.

ОПЕРАТИВНЫЙ КОНТРОЛЬ СИСТЕМЫ  
СТАБИЛИЗАЦИИ СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ  
ДВИГАТЕЛЯ

В.В. Авраменко, канд.техн.наук; Н.Ю.Слепушко, аспирант,  
Сумский государственный университет  
avr@sumdu.edu.ua

Рассматривается система автоматического регулирования скорости вращения газотурбинного двигателя, исполнительный орган которой представляет собой гидроцилиндр с изодромной обратной связью. Работа системы описывается дифференциальным уравнением

$$\begin{aligned} T \frac{d^4 x}{dt^4} + (1 + rTk_2) \frac{d^3 x}{dt^3} + Tk_1 k_2 k_3 \frac{d^2 x}{dt^2} = \\ = k_1 T \frac{d^3 F}{dt^3} + (k_1 + rTk_2) \frac{d^2 F}{dt^2}, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $x(t)$  – выходной процесс системы;  $F(t)$  – возмущающее воздействие, вызванное, например, изменением момента нагрузки на валу двигателя при изменении высоты полета в условиях постоянной подачи топлива;  $T$  - постоянная времени;  $r$  - коэффициент обратной связи;  $k_1, k_2, k_3$  - коэффициенты передачи звеньев системы.

Наличие гидравлической системы делает возможным появление ряда событий, приводящих к изменению как статической, так и динамической характеристик САР. Такие события, как изменения параметров обратной связи, появление нелинейности, например, возникновение люфтов в исполнительном органе или в механизме обратной

связи, исчезновение обратной связи и др. обуславливают появление режимов работы САР.

Таким образом, требуется по текущим значениям выходного процесса  $x(t)$  и его производных осуществлять оперативный контроль САР скорости вращения газотурбинного двигателя.

Результат достигается благодаря применению характеристики непропорциональности по производной 1-го порядка для функций, заданных параметрически [2]. Эта непропорциональность функции  $y(t)$  по  $x(t)$  описывается выражением

$$\textcircled{a} d_{x(t)}^{(1)} y(t) = \frac{y(t)}{x(t)} - \frac{dy/dt}{dx/dt}. \quad (2)$$

Функция (2) равняется нулю для случая, когда  $y(t) = kx(t)$  независимо от значения  $k$ .

На базе алгоритма [1] разработана система компьютерного моделирования работы САР скорости вращения двигателя и оперативного контроля этой САР при появлении различных событий, приводящих к изменению ее статической и динамической характеристик.

Для удобства изложения работы алгоритма введем следующие обозначения составляющих уравнения (1):  $T, (1+rTk_2), Tk_1k_2k_3$  – через  $a_3, a_2, a_1$ . Производные  $\frac{d^4x}{dt^4}, \frac{d^3x}{dt^3}, \frac{d^2x}{dt^2}$  – через  $f_3(t), f_2(t), f_1(t)$ . Правую часть уравнения (1) – через  $f_0(t)$ . Вычисляем непропорциональ-

ность (2)  $f_0(t)$  по  $f_1(t)$   $F_{01}(t) = @ d_{f_1(t)}^{(1)} f_0(t)$ ,  $f_2(t)$  по  $f_1(t)$  –  $F_{21}(t) = @ d_{f_1(t)}^{(1)} f_2(t)$  и  $f_3(t)$  по  $f_1(t)$  –  $F_{31}(t) = @ d_{f_1(t)}^{(1)} f_3(t)$ . Далее вычисляем непропорциональности (2)  $F_{01}(t)$  по  $F_{21}(t)$  и  $F_{31}(t)$  по  $F_{21}(t)$ . Обозначим их как  $F_{0121}(t)$  и  $F_{3121}(t)$ . И, наконец, вычисляем результирующую непропорциональность  $F_{01213121}(t)$  функции  $F_{0121}(t)$  по  $F_{3121}(t)$ . Ее значение отклоняется от нуля во время переходных процессов в системе. Если же оно равно нулю, предоставляется возможность определить текущие значения коэффициентов в (1). Например,  $a_3$  и  $a_2$  вычисляются по следующим формулам

$$a_3 = \frac{F_{01213121}(t)}{F_{3121}(t)}; \quad a_2 = \frac{F_{01}(t) - a_3 @ d_{f_2(t)}^{(1)} f_3(t)}{F_{21}(t)}. \quad (3)$$

Появление нелинейности в системе приводит к тому, что результирующая непропорциональность становится неравной нулю и не возвращается к нему, как это имеет место при переходных процессах.

1. Авраменко В. В. Оперативный контроль квазистационарных динамических объектов с помощью функций непропорциональностей/ В.В. Авраменко, Н.Ю.Слепушко.// №10(94)'2006 (Серія "Автоматика").
2. Авраменко В.В. Характеристики непропорциональности числовых функций и их применение. Деп. В ГНТБ Украины 19.01.98, N59- Ук98.

---

УДК 371.263

## ВНЕДРЕНИЕ МЕТОДОВ СОВРЕМЕННОЙ ТЕОРИИ ТЕСТИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМАНДЫ ПРОЕКТА

А. А. Соколов, аспирант,  
Национальный аэрокосмический университет  
им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»  
Alexeyguitar@gmail.com

Проблема формирования и подбора команды проекта является актуальной на сегодняшний день и имеет множество методов и решений.

Целью данной работы является разработка рекомендаций по совершенствованию формирования команды проекта с использованием методов теории тестирования. Оценку уровня подготовки и знаний кандидатов предлагается реализовывать в виде тестирования. В данной работе применяются таблицы, разработанные Тейлором и Расселом, демонстрирующие, каким образом взаимодействие коэффициентов валидности и отбора влияют на часть успешного отбора. Показано, что при выборе кандидатов из совокупности претендентов без применения теста математическое ожидание части успешного отбора будет равно базисной норме.

Таким образом, приравнивание части успешного отбора и базисной нормы указывает на ступень, на которой использование теста улучшает решения, принятые относительно отбора, в сравнении с решением, принятым путем выбора претендентов наугад без теста.

УДК 081.518:004.93.1'

СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ  
ПРИ ЛІКУВАННІ ГЕПАТИТУ С

Г. А. Стадник<sup>1</sup>, аспірантка; В. В. Рябіченко<sup>2</sup>, аспірант,  
<sup>1</sup> Сумський державний університет;

<sup>2</sup> Гепатологічний центр СОКЛ ім. З. Й. Красовицького  
anna\_stadnik\_16.12@mail.ru

Лікування хронічного вірусного гепатиту С супроводжується значними матеріальними затратами та має не стовідсоткову ефективність, тому прийняття рішення про початок лікування повинно прийматися на основі багатьох чинників, що впливають позитивно чи негативно на кінцевий результат. Актуальним є розроблення та впровадження інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень (СППР) для визначення доцільності початку лікування, перебігу лікування та прогнозування його ефективності. Для вирішення цієї проблеми перспективним є використання ідей і методів інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології (ІЕІ-технології), яка ґрунтується на максимізації інформаційної спроможності СППР, що навчається [1].

Розглянемо формалізовану постановку задачі інформаційного синтезу СППР у рамках ІЕІ-технології. Нехай  $E_m$  – значення критерію функціональної ефективності (КФЕ) процесу навчання розпізнавати реалізації класу  $X_m^0$ ,  $m = \overline{1, M}$ . Відома навчальна матриця  $\|y_{m,t}^{(j)}\|$ ,  $i = \overline{1, N}$ ,  $j = \overline{1, n}$ , де  $N$ ,  $n$  – кількість ознак розпізнавання та випробувань відповідно та структурований вектор параметрів



функціонування системи розпізнавання  $g = \langle g_1, \dots, g_\xi, \dots, d_{\Xi} \rangle$ , з відповідними обмеженнями на значення його координат.

Необхідно в процесі навчання визначити оптимальні значення координат вектора параметрів функціонування, що забезпечують максимум КФЕ навчання системи розпізнавання:

$$E_m^* = \max_G E_m, \quad (1)$$

де  $G$  – область допустимих значень параметрів навчання.

На етапі екзамєну необхідно з максимальною достовірністю прийняти рішення про належність реалізації образу, що розпізнається, одному із класів алфавіту  $\{X_m\}$ .

Вхідний математичний опис подамо у вигляді теоретико-множинної структури:

$$\Delta_B = \langle G, T, \Omega, Z, Y; \Phi \rangle,$$

де  $G$  – простір вхідних сигналів, що діють на СППР;  $T$  – множина моментів часу зняття інформації;  $\Omega$  – простір ознак розпізнавання;  $Z$  – простір можливих станів СППР;  $Y$  – вибіркова множина на вході СППР;  $\Phi: G \times T \times Z \times \Omega \rightarrow Y$  – оператор формування вхідної навчальної матриці.

Базовий алгоритм навчання є ітераційною процедурою пошуку глобального максимуму інформаційного КФЕ в робочій області визначення його функції, який оптимізує геометричні параметри контейнерів класів розпізнавання, побудованих у радіальному базисі простору ознак:

$$d_m^* = \arg \max_{\{k\}} E_m, \quad (2)$$

де  $k$  – множина кроків навчання.

Категорійну модель процесу навчання за базовим інформаційно-екстремальним алгоритмом подамо у вигляді діаграми відображень множин (рис. 1), які застосовуються на етапі навчання системи розпізнавання:

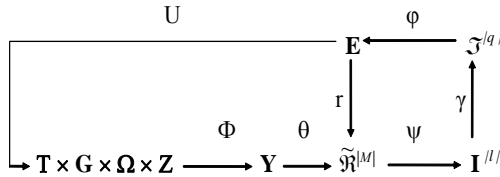


Рис. 1. Категорійна модель СППР у режимі навчання

На рис.1 оператор  $\theta: Y \rightarrow \tilde{\mathfrak{R}}^{|M|}$  буде, у загальному випадку нечітке розбиття  $\tilde{\mathfrak{R}}^{|M|}$ , яке допускає перетин класів. Оператор класифікації  $\psi: \tilde{\mathfrak{R}}^{|M|} \rightarrow I^{|l|}$  перевіряє основну статистичну гіпотезу про належність реалізацій  $\{x_m^{(j)} \mid j = \overline{1, n}\}$  нечіткому класу  $X_m^o$ . Тут  $l$  – кількість статистичних гіпотез. Оператор  $\gamma: I^{|l|} \rightarrow \mathfrak{S}^{|q|}$  шляхом оцінки статистичних гіпотез формує множину точнісних характеристик  $\mathfrak{S}^{|q|}$ , де  $q=l^2$  – кількість точнісних характеристик. Оператор  $\phi: \mathfrak{S}^{|q|} \rightarrow E$  обчислює множину значень інформаційного КФЕ, який є функціоналом точнісних характеристик. Контур оптимізації геометричних параметрів нечіткого розбиття  $\tilde{\mathfrak{R}}^{|M|}$  шляхом пошуку максимуму КФЕ навчання розпізнавання реалізацій класу  $X_m^o$  замикається оператором  $r: E \rightarrow \tilde{\mathfrak{R}}^{|M|}$ . Оператор  $U$  регламентує процес

навчання і дозволяє оптимізувати параметри плану навчання. Як критерій оптимізації параметрів навчання СППР використовувався ентропійний критерій за Шенноном, який для двохальтернативної системи оцінок ( $M = 2$ ) та при рівномірних гіпотезах набуває вигляду [1]:

$$E = 1 + \frac{1}{2} \left( \frac{\alpha}{\alpha + D_2} \log_2 \frac{\alpha}{\alpha + D_2} + \frac{D_1}{D_1 + \beta} \log_2 \frac{D_1}{D_1 + \beta} + \frac{\beta}{D_1 + \beta} \log_2 \frac{\beta}{D_1 + \beta} + \frac{D_2}{\alpha + D_2} \log_2 \frac{D_2}{\alpha + D_2} \right), \quad (3)$$

де  $D_1$ ,  $D_2$  – перша та друга достовірності,  $\alpha$ ,  $\beta$  – помилка першого та другого роду прийняття рішення. Як вхідні дані використано два класи, що характеризують результат лікування противірусними засобами гепатиту С, а саме: одужання або неефективне лікування. Вектори-реалізації класів подано у вигляді структурованої послідовності ознак розпізнавання – предикторів позитивної відповіді на лікування (параметрів вірусу, параметрів хворого та параметрів середовища), що вводяться лікарем. Навчальні матриці класів мали 30 реалізацій, кожна з яких складалася з 14 ознак розпізнавання. Результати досліджень випробувано в гепатологічному центрі Сумської обласної інфекційної клінічної лікарні ім. З. Й. Красовицького.

1. Довбиш А. С. Основи проектування інтелектуальних систем: навч. посіб. / А. С. Довбиш. – Суми: Видавництво СумДУ, 2009. – 170 с.

## МЕТОД ИЕРАРХИЙ СААТИ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РАБОТ

С. В. Таран, ассистент,  
Донбасская государственная машиностроительная академия  
taransveta@yandex.ru

Планирование работ по изготовлению единичной продукции в механическом цехе является трудоемким процессом. Для формирования плана разработана экспертная система (ЭС), которая работает в двух режимах – накопление знаний о производстве деталей с учетом возможных сбоев при изготовлении и формирование правил (отказ оборудования, поломка инструментов, появление брака); режим выдачи решений о назначении оборудования с учетом дополнительных критериев  $K_i$  (стоимость работ, производительность станка, класс точности).

Экспертные оценки обработаны по методу иерархий Саати (рис.1). Альтернативы ( $A_i$ ) – станок для обработки.

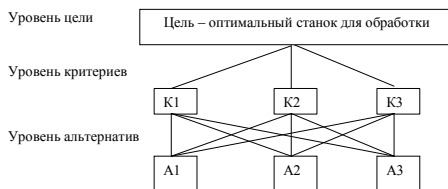


Рис. 1. Схема полной иерархии для ЭС

В результате ЭС позволит снизить трудоемкость поиска приоритетного решения при планировании работ.

**ИНТЕГРАЦИЯ ЯЗЫКА ЛОГИЧЕСКОГО  
ПРОГРАММИРОВАНИЯ PROLOG И  
МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СРЕДЫ NETLOGO  
В МОДЕЛИРОВАНИИ ЗАДАЧ ЛОГИСТИКИ**

А. В. Товстик, аспирант,  
Национальный аэрокосмический университет  
им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»  
thedarkest@i.ua

Сотрудничество – это важная и актуальная форма социальной активности агентов, которая находит своё применение в различных отраслях. В рамках изучения аспектов сотрудничества агентов при совместном решении задач создана мультиагентная модель, в которой целью группы из двух агентов является помещение груза в заданную область. При этом они должны вести себя таким образом, чтобы не заблокировать область. В качестве среды мультиагентного моделирования использовалось NetLogo, а внутренняя структура агентов расширена за счёт использования архитектуры Belief-Desire-Intention. Помимо решения задачи логистики, данная модель есть иллюстрация реализации интеллекта агентов с использованием логики предикатов первого порядка.

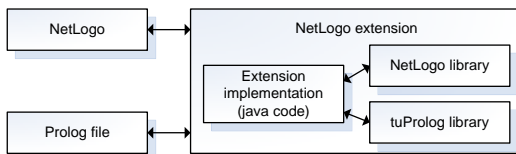


Рис. 1. Механизм использования программ на языке Prolog в среде NetLogo

С целью обеспечения агентов возможностью мыслить логически и принимать решения, предложен механизм, позволяющий агентам в NetLogo использовать программу на языке Prolog. Реализация этой возможности осуществляется посредством расширения NetLogo Extension, которое, по сути, является связующим звеном (рис. 1). Расширение включает в себя весь набор средств, необходимый для обеспечения обмена информацией между двумя различными интерпретаторами.

Интерфейс полученной в результате модели представлен на рис. 2. Агент, подходя к краю, сообщает остальным, что он помещает груз, и они ожидают до тех пор, пока не поступит сообщения о завершении операции первым агентом.

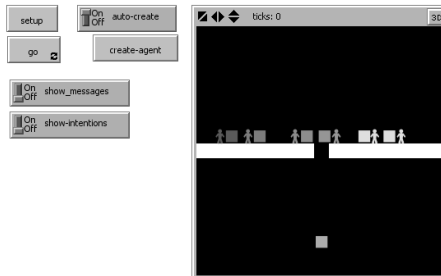


Рис. 2. Модель в процессе выполнения

В дальнейшем планируется расширение модели на случай  $n$  агентов.

1. I. Sakellariou. Enhancing NetLogo to simulate BDI communicating agents / I. Sakellariou, P. Kefalas, I. Stamatopoulou.- Syros Greece: Springer, 2008.- P. 263–275.

2. I. Sakellariou. Teaching Intelligent Agents using NetLogo / I. Sakellariou, P. Kefalas, I. Stamatopoulou.- Venice, Italy, 2008.

ПОСТРОЕНИЕ ВЗВЕШЕННОЙ ВЫБОРКИ  
W-ОБЪЕКТОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ  
СОЦИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ<sup>1)</sup>

Е. В. Волченко, канд.техн.наук,  
Институт информатики и искусственного интеллекта До-  
нецкого национального технического университета  
LM@mail.promtele.com

В данной работе рассматривается задача обработки результатов социологических исследований с целью формирования качественных выборок, отражающих свойства генеральных совокупностей. Обработка результатов социологических исследований проводится в данной работе путем обобщения и редукции данных [1]. Данная работа является продолжением исследований в области эффективной обработки статистических данных и посвящена исследованию возможности применения последовательного метода построения взвешенной выборки w-объектов [2] для обработки результатов социологических исследований.

Пусть в результате социологического исследования были получены данные о нескольких группах объектов, называемых в дальнейшем классами. Каждый объект имеет заданное множество числовых характеристик, называемых

---

<sup>1)</sup> Работа выполнена при содействии гранта Президента Украины для поддержки научных исследований молодых ученых №GP/F32/130 «Разработка теоретических основ и методов реализации открытых обучающихся систем автоматического распознавания: способы оптимизации обучающих выборок и методы построения взвешенных решающих правил классификации»

мых в дальнейшем признаками. Под классификацией объекта будем понимать его принадлежность одной из групп.

Основой предлагаемого метода являются выделение близких по значениям объектов выборки и их замена одним  $w$ -объектом, значения характеристик которого рассчитываются как средние значения соответствующих характеристик объединяемых объектов, а вес как количество объединяемых объектов. При этом объекты исходной выборки, использованные для построения некоторого  $w$ -объекта, из исходной выборки удаляются и соответственно не используются для построения других  $w$ -объектов. Процесс построения  $w$ -объектов заканчивается, когда в исходной выборке не останется ни одного объекта.

Особенностью данных, получаемых в результате социологических исследований, является разнотипность признаков объектов выборки. Такие показатели, как количество детей, количество единиц приобретаемого товара, наличие недвижимости, автомобиля и др., могут принимать только целочисленные значения. Значения признаков  $w$ -объектов, полученные по предложенному алгоритму, могут в силу построения принимать вещественные значения. Поэтому по окончании построения выборки  $w$ -объектов необходимо выполнять корректировку полученных результатов, округляя рассчитанные значения соответствующих признаков до целых.

Отметим, что принятое в данной работе требование наличия в исходной выборке выделенных классов объектов не является обязательным. Предварительную класси-



фикацию объектов исходной выборки можно выполнить путем автоматической кластеризации данных.

Для оценки качества предложенного подхода к построению взвешенной выборки был проведен ряд экспериментальных исследований. В качестве исходных данных использовались выборки объемом 1000 – 3000 объектов, описываемых 3 – 10 признаками. По исходным выборкам и взвешенным выборкам  $w$ -объектов рассчитывались статистические оценки и сравнивались со статистическими оценками генеральной совокупности. Так, гипотеза о равенстве математических ожиданий выборки  $w$ -объектов и генеральной совокупности подтвердилась на 6,3% больше, чем при сравнении математических ожиданий исходной выборки и генеральной совокупности. При этом сокращенная взвешенная выборка  $w$ -объектов составила 23% исходной выборки. Таким образом, результаты экспериментальных исследований позволяют говорить об эффективности применения последовательного метода построения взвешенной выборки  $w$ -объектов для обработки результатов социологических исследований.

1. Девятко И.Ф. Методы социологического исследования / И.Ф. Девятко – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 1998. – 208 с.

2. Волченко Е.В. Метод построения взвешенных обучающих выборок в открытых системах распознавания / Е.В. Волченко // Доклады 14-й Всероссийской конференции «Математические методы распознавания образов (ММРО-14)», Суздаль, 2009. – М.: Макс-Пресс, 2009. – С. 100 – 104.

УДК 681.3 : 004.2

**ВИСОКОПРОДУКТИВНИЙ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИЙ  
МЕРЕЖЕВИЙ КОМПЛЕКС НА ОСНОВІ СУЧАСНИХ  
ПАРАЛЕЛЬНО-ІЄРАРХІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА GPGPU**

А.А. Яровий, канд.техн.наук; А.О. Борисов; В.В. Мудрик  
Вінницький національний технічний університет  
аха@vinnitsa.com

Задачі організації високопродуктивної обробки надвеликих масивів інформації на цей час досить успішно вирішуються за допомогою паралельних та розподілених обчислень. Варто зазначити, що при організації паралельних та розподілених обчислень неможливо обійтися без використання багатопроцесорних обчислювальних систем. У більшості випадків для таких задач використовуються суперкомп'ютери, високопродуктивні кластери (HPC Cluster), GRID-системи, засоби Cloud computing тощо. Вони мають багато переваг, за винятком однієї – високої вартості та надмірного споживання електроенергії, що змушує шукати альтернативу. Одним із таких альтернативних способів є застосування графічних процесорних пристроїв (GPU) для створення систем, здатних гідно конкурувати з вказаними традиційними суперкомп'ютерними засобами.

Метою досліджень є розвиток теоретичних основ організації високопродуктивних паралельно-ієрархічних обчислювальних процесів в інтелектуальних системах та мережах, створення архітектури, структури, адекватних програмних моделей та апаратних засобів спеціалізованих па-

ралельно-ієрархічних інтелектуальних систем та мереж на основі технологій GPGPU.

Необхідно зазначити, що наукові дослідження з розроблення та реалізації високопродуктивних обчислювальних (у тому числі кластерних) систем на основі GPU є не новинкою, а є загальноvizнаними, мають свою історію та вагомі практичні результати. Про перспективність технологій GPGPU свідчить те, що станом на червень 2011 р. три із п'яти найпотужніших суперкомп'ютерів світу побудовані з використанням графічних адаптерів – NVIDIA GPU (див. <http://www.top500.org>). При цьому відзначені 3 суперкомп'ютери забезпечують вищу швидкодію, ніж усі інші суперкомп'ютерні системи першої десятки, разом узяті (див. <http://newsdesk.pcmag.ru/node/30219>). Авторами розроблено високопродуктивний обчислювальний мережевий комплекс на основі сучасних паралельно-ієрархічних технологій та GPGPU. Комплекс містить 2 відеоадаптери GeForce GTX590 (кожен з яких працює у 1024 потоки), що є пристроєм останнього покоління nVidia. Кожен відеоадаптер GeForce GTX590 містить два 512-ядерних GPU GTX 500, що в сукупності становить  $512 \times 4 = 2048$ -ядерне апаратне забезпечення. Теоретична продуктивність даного комплексу становить  $2 \times 1253,4$  ГФлопс (див. <http://radeon.ru/reference/nvidia/cardtable>). Таким чином, розроблена SLI-система мультичипового оброблення даних з двох таких відеоадаптерів даватиме можливість обробляти інформацію у 2048 потоків з граничною теоретичною продуктивністю  $2 \times 2 \times 1253,4 = 5013,6$  ГФлопс. Для порівняння, найпотужніші публічно доступні на даний час процесори

Intel Core і 7 працюють у 4 потоки і забезпечують продуктивність близько 53,28 ГФлопс. (див. <http://ru.wikipedia.org/wiki/FLOPS>). Це пояснюється тим, що хоча тактові частоти GPU нижчі, ніж у звичайних процесорів, і містяться в діапазоні від 0,5 до 1,5 ГГц, проте завдяки великій кількості поточкових процесорів продуктивність GPU досить значна (десятки Тфлопс). Більш того, на деяких реальних задачах досягається до 70% пікової продуктивності. Одночасно з цим, порівняно з класичними кластерними системами GPU володіють значно кращими характеристиками як за ціною (менше 1 дол. на GFLOPS), так і за енергоспоживанням (менше 1 Вт на GFLOPS). У роботі розглядаються практично-прикладні аспекти реалізації паралельно-ієрархічного перетворення інформаційних середовищ на основі розробленого комплексу, принципи функціонування якого містять високий ступінь паралелізму обробки інформації на основі просторово-часової взаємодії конвергентних та дивергентних структур. Галузі застосування різноманітні, зокрема, це мережеві структури: паралельної пам'яті, цифрових систем прийому-передачі інформації, цифрових пристроїв ущільнення інформації, систем порівняння зображень, у тому числі кореляційного порівняння, цифрових пристроїв попередньої обробки зображень, сегментації, кодування, розпізнавання тощо [1].

1. Паралельно-ієрархічне перетворення як системна модель оптико-електронних засобів штучного інтелекту : [Монографія] / В.П. Кожем'яко, Ю. Ф. Кутаєв, С. В. Свечніков, Л. І. Тимченко, А. А. Яровий. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2003. – 324 с.

УДК 004.9

**ОРГАНІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ**

В. Г. Неня, канд.техн.наук; В. П. Захарченко,  
Сумський державний університет  
nenja\_vg@sumdu.edu.ua

Ефективність функціонування та супроводження територіальних інформаційних систем (ТІС) забезпечується раціональною організацією інформації, що її система опрацьовує.

Залучення широкого загалу користувачів для підтримки різних тематичних напрямків ТІС робить необхідним поряд із власне опрацьовуваними даними зберігати метадані – змістовний опис даних. Цей опис у його короткому змісті виводиться на форми введення інформації як заголовки у звітах, а у повній формі застосовується у розрахунково-аналітичних аналізах даних та при виконанні системного адміністрування бази даних. Для ведення мета-даних використовується окрема таблиця.

Для підтримки фактичного наповнення бази даних запропоновано дві таблиці з відомостями про територію, на яку розроблено електронну карту ТІС, та об'єкти, які на ній розташовані, а також дві таблиці про підтримувані тематичні розділи та їх тематику. Запис таблиці даних включає як зовнішні ключі первинні ключі наведених вище таблиць, які виконують роль складеного індексу, за яким дані упорядковуються для прискорення їх обробки.

УДК 681.518:004.93.1'

**ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ДІАГНОСТУВАННЯ  
ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ПЕРЕБІГУ ГОСТРОЇ КИШКОВОЇ  
ІНФЕКЦІЇ**

М. Д. Чемич, д-р мед.наук; Г.А. Босенко,  
Сумський державний університет  
cheater007@ya.ru

Наукова робота спрямована на підвищення функціональної ефективності комп'ютеризованої системи діагностування (КСД) гострого кишкового захворювання на його ранній стадії. Як основний функціональний блок інтелектуальної КСД розглядається система підтримки прийняття рішень (СППР), яка за умов апіорної невизначеності надає системі властивості адаптивності на основі машинного навчання та розпізнавання образів. У роботі в рамках прогресивної інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології (ІЕІ-технології) [1], що ґрунтується на максимізації інформаційної спроможності системи, розглядаються питання формування вхідного математичного опису, категорійного моделювання, оцінки функціональної ефективності та оптимізації параметрів функціонування здатної навчатися прогностичної СППР.

Алфавіт  $\{X_m^o\}$  складався із трьох класів розпізнавання, а саме: контрольної групи осіб; групи, що потребує застосування базисної терапії з введенням внутрішньо пробіотика, та класу, що характеризує одночасне призначення пробіотика та колоїдного срібла на тлі базисної терапії.

На базі сформованої навчальної матриці, структуровані вектори реалізації якої склалися із 19 ознак розпізнавання, одержаних на початковій стадії гострої кишкової інфекції (ГКІ) у пацієнтів за результатами клініко-лабораторних досліджень мікробіоценозу кишечника, рівня секреторного IgA, прозапального та протизапального цитокінів та гематологічних показників інтоксикації, було реалізовано інформаційно-екстремальний алгоритм прогностичного навчання із паралельною оптимізацією контрольних допусків на ознаки розпізнавання. Відмінність цього алгоритму від непрогностичного полягає в обчисленні на кожному кроці навчання інваріантної до широкого сімейства розподілів імовірностей ознак розпізнавання порядкової статистики та визначенні її екстремального значення, яке відповідало глобальному максимуму інформаційного критерію функціональної ефективності навчання за Кульбаком. Як екстремальна порядкова статистика (ЕПС) розглядалася нормована статистика числа успіхів за  $n$  випробувань:

$$S_{m,n}^* = \sum_{j=1}^{n^*} \left( \frac{k_{m,j} - \bar{k}_{m,n}}{s_{m,n}} \right)^2, \quad m = \overline{1, M}, \quad (1)$$

де  $k_{m,j}$  – число успіхів при  $j$ -му випробуванні;  $\bar{k}_{m,n}$  – вибіркове середнє числа успіхів після  $n^*$  екстремальних випробувань;  $s_{m,n}^2$  – вибіркова дисперсія числа успіхів після  $n^*$  випробувань.

Тут під “успіхом” розуміється знаходження при випробуванні значення ознаки в своєму полі контрольних допусків. Відомо, що статистика (1) має розподіл  $\chi^2$  і не залежить тільки від обсягу випробувань  $n$ .

Ідея прогностичної класифікації патологічного процесу полягала у реалізації таких основних етапів:

8) формування за ретроспективними даними історій захворювань пацієнтів алфавіту параметричних класів  $\{X_m^o(t_v)\}$ , де  $t_v$  –  $v$ -й прогностичний горизонт;

9) реалізація на кожному прогностичному горизонті інформаційно-екстремального алгоритму навчання СППР [1] з метою побудови безпомилкових за навчальною матрицею вирішальних правил і обчислення для кожного класу розпізнавання ЕПС (1);

10) визначення в режимі екзамену, тобто безпосередньо в робочому режимі функціонування КСД, належності поточного функціонального стану пацієнта до одного із параметричних класів за умови, що поточна порядкова статистика належить варіаційному блоку відповідної ЕПС.

Невиконання останньої умови потребує перенавчання СППР.

Одержані в роботі результати впроваджено в Сумській обласній інфекційній клінічній лікарні ім. З. Й. Красовицького.

1. Довбиш А. С. Основи проектування інтелектуальних систем: навч. посіб. / А. С. Довбиш. – Суми: Видавництво СумДУ, 2009. – 170 с.



Наукове видання

# **Інтелектуальні системи в промисловості і освіті (ІСПО) – 2011**

Тези доповідей  
Третьої міжнародної науково-практичної конференції  
(Суми, 2–4 листопада 2011 року)  
Том 2

Відповідальний за випуск А. С. Довбиш  
Комп'ютерне верстання С. С. Мартиненко

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 9,06. Обл.-вид. арк. 6,58. Тираж 55 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач  
Сумський державний університет,  
вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК №3062 від 17.12.2007.