

Проектування інтелектуальних агентів прийняття рішень в просторі ознак з використанням онтологічного підходу / В.В.Литвин, Р.Р.Даревич, Д.Г.Досин, Н.В.Шкутяк // Штучний інтелект. – Донецьк-Кацивелі. – 2010. – т.2. – С. 100-104. 8. Литвин В.В. Проектування інтелектуальних агентів на основі адаптивних онтологій / В.В.Литвин, Н.Б.Шаховська, А.С.Мельник, О.Ю.Пшеничний, Ю.В.Ришковець // Міжнародна наукова конференція „Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту” ISDMCI’2010. – Євпаторія. – Т.2. – С.401-404. 10. Найханова Л.В. Технология создания методов автоматического построения онтологий с применением генетического и автоматного программирования / Л.В.Найханова. – Улан-Удэ: Издательство БНЦ СО РАН, 2008. – 244с.

*Поступила в редколлегию 19.03.2011*

**УДК 664:519.8**

**О.І. ТОРЯНИК**, докт. хім. наук, проф., ХДУХТ, м. Харків

**О.Г. ДЬЯКОВ**, канд. техн. наук, доц., ХДУХТ, м. Харків

**Ж.В. ВОРОНЦОВА**, канд. пед. наук, доц., ХДУХТ, м. Харків

## **ВИЗНАЧЕННЯ ТОЧОК ЕКСПЕРИМЕНТУ ПРИ НЕЛІНІЙНИХ МОДЕЛЯХ**

Розглянуті питання визначення точок проведення експерименту коли модель нелінійна. Показано, що оптимальні точки проведення досліджень залежать від значень коефіцієнтів моделі та її структури

Ключевые слова:

Рассмотрены вопросы определения точек проведения эксперимента, когда модель нелинейная. Показано, что оптимальные точки проведения эксперимента зависят от значений коэффициентов модели и её структуры.

The questions of determination point realization experiment for nonlinear model are considered. It is shown, that optimal value realization experiment depend from defined value and structure of model.

### **Постановка проблеми у загальному вигляді**

При проведенні досліджень харчових продуктів, у зв'язку з ускладненням речовин для дослідження, все більше використання набувають моделі які є суттєво нелінійними, тобто такі моделі, які не можуть бути спрощені шляхом розкладання у відповідні ряди чи шляхом використання спеціальних перетворень [1,2]. Тому питання побудови планів експерименту та подальшого знаходження коефіцієнтів моделі з відповідною точністю є на даний час актуальними. Принципова складність визначення плану експерименту для нелінійної моделі полягає у тому, що для визначення оптимального плану (плану, який дає можливість визначити коефіцієнти моделі з мінімальними похибками) треба мати відповідну уяву про значення істинних коефіцієнтів моделі. На перший погляд це виглядає повним протиріччям, але є цілком природним. Для ефективного планування експерименту необхідно добре знати його поведінку об'єкта в області планування. Тому у більшості випадків спочатку проводиться та обробляється невелика кількість дослідів з метою знаходження початкових оцінок параметрів, які необхідні для подальшого ефективного планування експерименту. У якості прикладу, де доцільно проводити планування точок експерименту, можна

навести дослідження з використанням спектрометра ядерного магнітного резонансу (ЯМР).

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Визначення точок експерименту для нелінійних моделей це процес значно складніший ніж для лінійних моделей. Це обумовлено тим, що для точного визначення точок експерименту необхідно знати коефіцієнти моделі. Але, в свою чергу, щоб знайти ці коефіцієнти з найкращою точністю, треба знати точки проведення досліджень. Це протиріччя можна подолати шляхом використання ітераційних підходів, які дають можливість за декілька ітерацій визначити як точки проведення експерименту, так і необхідні коефіцієнти моделі [1].

Теорія планування експерименту для нелінійних моделей безперервно розвивається і можна виділити два основних підходи для знаходження планів експерименту: прямий та непрямий підходи. Прямий підхід являє собою обчислювальний процес, який дає можливість безпосередньо обчислити у деякому сенсі найкращі точки проведення досліджень. За допомогою такого підходу можна обчислити час проведення вимірювань, фізичні координати для проведення вимірювань тощо. Але цей підхід потребує відносно великого обсягу обчислення і може бути реалізований тільки з використанням обчислювальної техніки.

Використання непрямого підходу потребує активної участі дослідника у плануванні та проведенні експерименту. При цьому дослідник може використовувати свій дослід та наукову інтуїцію. Можливо використання підходів, що застосовуються у теорії нечітких множин [3]. Однак ці результати планування можна розглядати як рекомендації для проведення досліджень. Остаточний висновок можна зробити тільки після проведення експериментів та їх статистичної обробки.

### Мета та завдання статті

Метою статті є приклад побудови плану експерименту для одного виду нелінійної моделі на основі використання пакету MathCAD [4]. Будемо вважати, що модель можна записати у вигляді

$$y^i = f(x_j^i, \dots, x_m^i, a_1, \dots, a_p), \quad (1)$$

де  $x_j^i$  –  $m$  незалежних змінних ( $j = 1, m; i = 1, N$ );  $y^i$  – значення залежної змінної у точці  $x_j^i$  ( $i = 1, N$ );  $a_i$  ( $i=1, p$ ) – невідомі параметри моделі.

У практичних задачах значення змінних не відомо, але за допомогою методу найменших квадратів можна знайти їх оцінки  $\hat{y}, \hat{x}, \hat{a}$  – розрахункові значення, які відповідають істинним значенням  $\bar{y}, \bar{x}, \bar{a}$ . Вважають, що при проведенні експерименту не виникає систематичних похибок, та із значень  $\hat{y}, \hat{x}, \hat{a}$ , що знайдені за результатами  $N$  спостережень, можна знайти значення  $\bar{y}, \bar{x}, \bar{a}$ , якщо  $N$  наближається до нескінченності. У якості критерію адекватності використовують наступний критерій

$$S = \sum_{i=1}^N \left[ \frac{1}{\sigma^2} (\tilde{y}^i - f(\tilde{x}^i, a)) \right]^2, \quad (2)$$

де  $\tilde{y}^i, \tilde{x}_j^i$  – результати вимірювання  $y^i, x_j^i$ ;  $\sigma^2$  – середньоквадратична похибка вимірювання  $y$ .

Подальше планування експерименту на основі прямого підходу базується на методі найменших квадратів і пов'язано з мінімізацією виразу(2).

### Виклад основного матеріалу

У відповідності з прямим підходом умови проведення експерименту є оптимальні, коли визначник інформаційної матриці проведення експерименту  $|C|$  має найбільше значення. Однак, щоб побудувати цю матрицю необхідно знати оцінки коефіцієнтів майбутньої моделі. Ці оцінки можуть бути визначені як з теоретичних міркувань, шляхом опитування експертів, або з використанням спрощених виразів.

Згідно з теорією визначення коефіцієнтів нелінійних моделей [1] для знаходження інформаційної матриці треба попередньо визначити часткові похідні  $\frac{\partial}{\partial a_i} f(x, a)$  в які необхідно підставити наближенні значення коефіцієнтів моделі які були попередньо визначені.

Розглянемо приклад визначення плану експерименту для нелінійної моделі виду

$$f(x, a) = \frac{a_1}{a_1 - a_2} [\exp(-a_2 t) - \exp(-a_1 t)]. \quad (3)$$

Початкові значення для  $a_1 a_2$  відомі і дорівнюють  $\hat{a}_1 = 0,7, \hat{a}_2 = 0,2$ . Необхідно провести два вимірювання: одне в точці  $t_1 = x^1$ , друге – в точці  $t_2 = x^2$ . Ці точки треба знайти таким чином, щоб коефіцієнти моделі можна було знайти з можливо більшою точністю. Цей приклад було взято з [1, 2], де необхідні значення були знайдені з використанням спеціалізованої програми. За заданим видом функції (3) знайдемо часткові похідні за коефіцієнтами нелінійної моделі які мають вигляд

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial a_1} f(t, a_1, a_2) &= \frac{1}{(a_1 - a_2)} [\exp(-a_2 t) - \exp(-a_1 t)] - \\ &\frac{a_1}{(a_1 - a_2)^2} [\exp(-a_2 t) - \exp(-a_1 t)] + \frac{a_1}{(a_1 - a_2)} t \exp(-a_1 t), \\ \frac{\partial}{\partial a_2} f(t, a_1, a_2) &= \frac{a_1}{(a_1 - a_2)^2} [\exp(-a_2 t) - \exp(-a_1 t)] - \frac{a_1}{(a_1 - a_2)} t \exp(-a_2 t). \end{aligned}$$

Побудуємо матрицю елементами якої є відповідні часткові похідні в які підставлені невідомі значення  $t_1$  та  $t_2$ . Матриця має вигляд

$$C = \begin{vmatrix} C_1^1 & C_2^1 \\ C_1^2 & C_2^2 \end{vmatrix}, \quad (4)$$

де  $C_j^i$  – відповідні часткові похідні;  $i=1,2$  – точки проведення експерименту, які необхідно визначити;  $j$  – індекс коефіцієнта, по якому була взята часткова похідна.

З урахуванням визначених часткових похідних матриця  $C$  буде мати вигляд

$$C = \begin{vmatrix} \frac{\partial}{\partial a_1} f(t_1, a_1, a_2) & \frac{\partial}{\partial a_2} f(t_1, a_1, a_2) \\ \frac{\partial}{\partial a_1} f(t_2, a_1, a_2) & \frac{\partial}{\partial a_2} f(t_2, a_1, a_2) \end{vmatrix}. \quad (5)$$

Для знаходження точок проведення експерименту необхідно дослідити визначник матриці  $C$  з метою знаходження таких значень  $t_1$  та  $t_2$ , які відповідають умові

$$|C(t_1, t_2)| \Rightarrow \max_{t_1, t_2 \in t},$$

де  $t$  – множина значень точок проведення вимірювання.

Знаходження максимального значення визначника  $|C(t_1, t_2)|$  було здійснено за допомогою стандартної функції Maximize пакету MathCAD. В результаті обчислення було знайдено наступні значення  $t_1=1,3$   $t_2=6,85$ . Ці значення збігаються із значеннями які наведені у [1] при використанні програми, яка спеціально призначена для розв'язання подібних задач.

Характер залежності точок експерименту від максимального значення визначника  $|C(t_1, t_2)|$  можна проілюструвати шляхом побудови поверхні, що ілюструє цю залежність.

На рис. наведено залежність величини визначника матриці від точок проведення експерименту. З рисунку видно, що ця залежність має складний характер і визначення

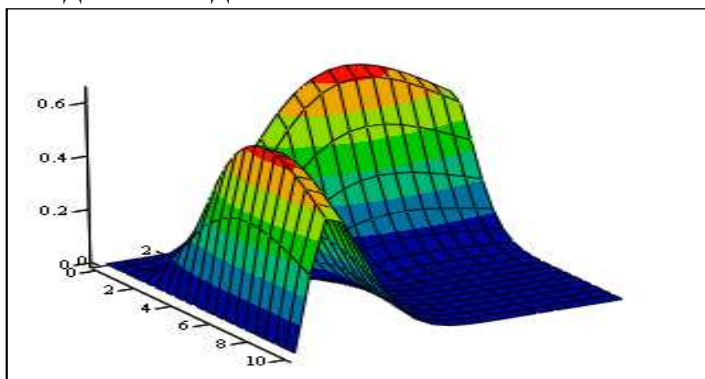


Рис.1. Залежність визначника матриці  $C$  від точок проведення експерименту

потрібних точок проведення експерименту можливо тільки шляхом обчислень.

### Висновки

Наведено підхід щодо визначення точок проведення експерименту нелінійної моделі на основі використання пакету MathCAD. Всі необхідні перетворення щодо знаходження відповідних часткових похідних було виконано у символному виді. Визначення точок експерименту шляхом знаходження максимального значення визначника матриці експерименту було проведено з використанням стандартної програми MathCAD. Знайдені значення збігаються із значеннями, які було визначено з використанням спеціалізованої програми, що підтверджує доцільність використання такого підходу.

Подальшим розвитком цього підходу є його використання для проведення експериментів пов'язаних з проведенням досліджень на спектрометрі ЯМР.

**Список літератури:** 1. Дрейпер Н.Р. Прикладной регрессионный анализ [Текст]/ 3- вид.: Н.Р. Дрейпер, Г Смит. Пер. с англ. – М. : Вильямс, 2007. – 912 с. 2. Хартман К., Лецкий Э. И др. Планирование экспериментов в исследовании технологических процессов. Пер. с нем. – М.: «Мир», 1977. – 552 с. 3. Методы исследований и организация экспериментов./под. ред. проф.

**К.П. Власова. Харьков, Издательство «Гуманитарный Центр», 2002. – 256 с.**  
**4. Плис А.И. Mathcad: математический практикум для экономистов и инженеров [Текст] : учеб. пособие / А.И. Плис, Н.А. Сливина.– М.: Финансы и статистика, 1999. – 656 с.**

*Поступила в редколлегию 11.03.2011*

**УДК: 004.413, 004.75**

**И.А. ЖИРЯКОВА**, канд. техн. наук, доц., Черкасский филиал  
Европейского университета

## **FLEX ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ИНТЕРАКТИВНЫХ WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ**

Статья посвящена вопросам разработки web-приложений нового поколения базирующихся на концепции RIA, приведены наиболее известные технологии ее реализации, а также подробно рассмотрена наиболее перспективная из них – технология Adobe Flex.

Ключевые слова: разработка web-приложений, концепция RIA, технология Adobe Flex.

Стаття присвячена питанням розробки web-додатків нового покоління, які базуються на концепції RIA, наведені найбільш відомі технології її реалізації, а також детально розглянута найбільш перспективна з них – технологія Adobe Flex.

Ключові слова: розробка web-додатків, концепція RIA, технологія Adobe Flex.

The article is devoted of the questions to the development of web-applications from new generation based on the RIA concept, described the most well-known technology implementation, and discussed in detail the most perspective of them – the Adobe Flex technology.

Keywords: development of web-applications, RIA concept, Adobe Flex technology.

### **Введение**

Концепции и технологии, используемые при разработке web-приложений, постоянно развиваются и совершенствуются. Оптимизируется использование ресурсов и времени, улучшаются возможности по отображению предоставляемой информации, динамичность и интерактивность web-приложений. На сегодняшний день одним из наиболее перспективных подходов к обеспечению всего вышеперечисленного является концепция Rich Internet Application (в дальнейшем RIA), для реализации которой многими IT-компаниями предлагаются различные технологии. Наиболее известными из них являются Flash, Flex (в дальнейшем Flex) и AIR фирмы Adobe; ActiveX, WPF и Silverlight корпорации Microsoft; Java FX и Java Applets компании Sun Microsystems [1-3].

### **Постановка проблемы**

Альтернативой традиционным web-приложениям с клиент-серверной архитектурой, в которых клиент используется лишь для отображения статического контента, стала концепция RIA. Но выбор технологии для ее реализации достаточно широк, что подтверждает актуальность исследования по выявлению наиболее прогрессивной, простой в освоении, эффективной и надежной платформы.