

## ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ ПЛЕНАРНОГО ЗАСІДАННЯ

УДК 621.089

**Равська Н.С., докт. техн. наук, професор**

Національний технічний університет України «КПІ ім. І. Сікорського», nravska@ukr.net

**Клочко О.О., докт. техн. наук, професор**

Національний технічний університет України «ХПІ», м. Харків, ukrstanko21@ukr.net

**Корбут Є.В., канд. техн. наук, доцент**

Національний технічний університет України «КПІ ім. І. Сікорського», korbut1@i.ua

**Ніколаєнко Т.П., канд. техн. наук, доцент**

Київський національний університет будівництва і архітектури, tatyana.rodina@gmail.com

**Парненко В.С., канд. техн. наук, ст. викладач,**

Національний технічний університет України «КПІ ім. І. Сікорського», art@artograph.com.ua

### ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ - ОСНОВА УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ

В великій мірі ефективність будь-якого процесу залежить від управління процесами. Імітаційне моделювання відкриває широкі можливості оптимального управління ними і забезпечує побудову моделей, описуючих діючий процес.

Серед різноманітності видів імітаційного моделювання систем і методів заслуговують методи, засновані на теорії евристичної самоорганізації.

Теорія самоорганізації базується на принципах самоорганізації і масової селекції [1, 2, 3] та реалізується в алгоритмах методу групового врахування аргументів (МГВА).

Існує багато видів алгоритмів МГВА, проте всі вони характеризуються структурною спільністю на принципі самоорганізації, який в алгоритмах МГВА реалізується наступними основними положеннями:

- принцип зовнішнього доповнення;
- Геделевський підхід при самоорганізації моделей;
- зовнішні критерії селекції;
- розподіл таблиці експериментальних даних на дві частини;
- гіпотеза селекції;
- принцип збереження свободи вибору;
- застосування евристичних методів;
- одночасне моделювання на рівній спільності мови математичного моделювання.

Самоорганізація потребує незначних вимог до апріорної інформації, щоб здійснити перебір безкінечно великої кількості варіантів.

Для цього достатньо невеликого числа експериментів і формулювання цілей досліджень.

Розглянемо побудову алгоритмів МГВА на прикладі модифікованого спрощеного алгоритму МГВА.

Перевагою алгоритму в порівнянні з іншими алгоритмами цього класу є:

1) Наявність можливостей розширення вектора вихідних даних, що приводить до спрощення розрахунків та одержання більш точного математичного опису. Крім того, ця особливість дозволяє більш повно враховувати накопичений досвід, заздалегідь задаючи найбільш вірогідний масштабний простір, в якому здійснюють пошук математичної моделі.

2) Наявність апарату для усунення колінеарності - прийому ортогоналізації. Даний прийом спрощує вид опису, зводить рішення системи рівнянь Гауса (для визначення коефіцієнтів) до розрахунку оцінки одного коефіцієнта, дозволяє використовувати неоптимальні статистичні плани і дані пасивного експерименту.

Основна структура спрощеного модифікованого алгоритму МГВА характеризується наступними блоками:

- попередня обробка спостережень з врахуванням системи вибраних опорних функцій;  
- розрахунок претендентів селекції - зовнішніх доповнень та вибір моделі оптимальної складності.

Після попередньої обробки наступним кроком алгоритму є розподіл даних на навчальну та перевірочну послідовності.

Число експериментальних точок залежить від кількості змінних, за якими будується модель. Для одержання експериментальних точок необхідно на одну змінну провести 5-6 дослідів. В межах вибраних границь зміни досліджуваних факторів, кожний з них розбивається на 5 рівнів, з яких формується інформаційна матриця.

У спрощеному алгоритмі МГВА здійснюється однакокий по кількості експериментальних точок поділ на навчальну та перевірочну послідовності.

В даному алгоритмі критерієм вибору найбільш перспективних описів моделі даного ряду для роботи наступного використовується коефіцієнт зміщення [3]. Перевірочна послідовність служить для пошуку структури моделі, а навчальна - коефіцієнтів.

Процедура вибору на кожному ряді змінних є основною при будові моделей, здатних відображати фізичну сутність досліджуваних процесів. Ця процедура спрямована на вибір групи (Г штук) «перспективних рішень» з окремих описів на кожному ряду селекції.

Структура моделі визначається за критерієм коефіцієнта зміщення.

Оптимальна складність - за критерієм середньо квадратичної похибки (похибка апроксимації) на всій послідовності зупинка селекції здійснюється за мінімумом цієї похибки.

В результаті роботи алгоритму одержують моделі здатні управляти процесом з врахуванням явищ, що супроводжують певний процес.

Наводиться приклад моделювання процесу свердління волокнистих полімерних композиційних матеріалів інструментом з дискретним покриттям глобулярної структури нанесеним електроіскровим способом.

В останній час для управління технологічними процесами використовують штучні нейронні мережі (ШНМ), які являють собою математичні моделі з їх програмним апаратним комплексом [5].

Слід зазначити, що побудова моделей ШНМ базується на теорії евристичної самоорганізації. В зв'язку з цим виникає можливість на основі моделей, одержаних з використанням алгоритмів МГВА створювати ШНМ з включенням цих моделей в мережу і подальшою корекцією системи управління.

Так, враховуючи спільність основних положень теорії самоорганізації ШНМ та МГВА, до змінних мережі додати модель в якості змінної Z. В результаті одержимо нейронну мережу, яка списує фізичні явища, що супроводжують процес.

Це дозволить значно підвищити ефективність та точність управління процесом.

#### Список посилань

1. Ивахненко А.Г. Системы эвристической самоорганизации в технической кибернетике / А.Г. Ивахненко. – К.: Техніка, 1971. – 372 с.
2. Ковалева Л.И. Основные положения алгоритма для моделирования процесса резания с учетом физических явлений, его сопровождающих. / Ковалева Л.И. Дюбнер Л.Г., Скрынник П.В., // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. ДДМА. – 2004. – №15. – с.241-246.
3. Равская Н.С. Применение методов самоорганизации для идентификации процессов и объектов/ Н.С. Равская, Л.И. Ковалева // Lucrarile stiintifice all simpozion lui international, Universitario Ropet. – 2002. Inginerie Mecanica, Petrosani, Focus.
4. Джимми У.Ки. Искусственные нейронные сети управления технологическими процессами. Часть 1, Control Engineering, – №3 (63). – 2016. – С. 62-66.
5. Равская Н.С. Нейронные сети, учитывающие физические явления, сопровождающие процесс резания / Н.С. Равская, А.А. Клочко, А.Ю. Заковоротный, Е.В. Корбут, Р. П. Родин // Mechanics and Advanced Technologies. – № 2 (89), 2020. – С. 155-162.