

---

---

**МЕТОДИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ З ПЕРЕМІННИМ  
КРОКОМ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ТА УПОРЯДКУВАННЯ «З ВАГОЮ»**

Скалозуб В.В., д.т.н., Білий Б.Б., Галабут О.О., Мурашоов О.В.

*Дніпровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна*

Об'єктами нашого дослідження являються різноманітні складні процеси, які представлені лише нерегулярні у часі послідовності даних (НЧПД), які містять значення певних своїх характеристик, отриманих через різні за величинами часові інтервали. Змістовно процеси НЧПД представляють, наприклад, дані моніторингу функціонування складних системах, у тому числі залізничного транспорту, які у загальному випадку характеризуватися високим ступенем невизначеності певних характеристик. Через складність та високу вартість процедур технологічного моніторингу на практиці можливо отримати послідовності даних лише через різні інтервали часу, а крім того – різних категорій інтервалів (детерміновані, нечіткі величини (НВ), інтервальні ін.). Такі ознаки НЧПД процесів можуть відповідати безпосередньо їх властивостям, змінами умов і процедур та засобів збирання даних тощо. Аналізу та моделюванню доступними є лише нерівномірні у часі послідовності даних, що характеризують різноманітні показники систем. Нерівномірність інтервалів контролю ускладнює і часто навіть унеможливорює моделювання та аналіз таких процесів загально прийнятими методами. Головними завданнями, які вирішуються нами за такими послідовностями НЧПД спостережень являються: прогнозування максимального (нечіткого) періоду до подій, які відповідають заданим вимогам, а також визначення певних закономірностей зв'язків між задами величинами.

У доповіді подано нову математичну модель, призначену для аналізу НЧПД, яка має відмінність у окремому представленні послідовностей величин показників і інтервалів між спостереженнями. Також викладено інформацію про програмний комплекс, створений на основі нової категорії нечітких моделей налізу та дослідження властивостей таких НЧПД. Для моделювання процесів НЧПД вперше використані спеціальні сепарабельні форми обліку часових інтервалів між рівнями часового ряду (ЧР). При сепарабельній формі

моделі ЧР нерівномірні (або нечіткі) інтервали виділяються у окрему складову моделі НЧР. Вони є однією та окремою складовою вектору характеристик процесів. Ця складова моделюється окремо, коли враховуються лише послідовності величин часових інтервалів. На результати моделювання таких інтервалів «накладаються» результати моделювання інших характеристик у відповідності до порядку їх розміщення у початкових НЧПД. Остаточно модель НЧПД являє собою сформовані для кожної із властивостей оцінки параметрів, які зв'язуються з оцінками за моделлю часового інтервалу. Такий комплекс параметрів визначає у моделі НЧР як значення нового моменту виникнення чергової події спостережуваного процесу, так і характеристики процесу.

Представлені нові математичні завдання та процедури впорядкування послідовностей елементів, які на відміну від більшості відомих, враховують обсяги ресурсів що необхідні для виконання операцій переупорядкування елементів. Для цього розроблені спеціалізовані метрики, які дозволяють розрахувати характеристики «ваги» виконуваних операцій по переміщенню груп елементів. Представлена розроблена продукційна модель алгоритму упорядкування, що дозволяє реалізувати процес переміщення груп елементів, з урахуванням «ваг» переміщуваних фрагментів і обмежень на необхідні ресурси (наприклад, додаткові буфери, складність і ін.), необхідні для технологічного впорядкування груп елементів. Отримані результати дозволяють скоротити час на формування раціональних схем упорядкування груп елементів «з вагою», а також створювати автоматизовані бази знань для зберігання раціональних шаблонів впорядкування «з вагою». Останнє дає можливість зменшити загальні витрати на операції впорядкування.