

**В.А. СТОЯН**Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна,  
e-mail: v\_a\_stoyan@ukr.net.**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СТАНУ  
ДИНАМІЧНИХ МУЛЬТИПЛІКАТИВНО НЕЛІНІЙНИХ СИСТЕМ**

**Анотація.** Поставлено і за середньоквадратичним критерієм розв'язано початково-крайові задачі динаміки нелінійних просторово-розподілених систем. Розглянуто системи, математична модель яких побудована добутком двох (або кількох) диференціальних перетворень їхньої функції стану. Будуються аналітичні залежності цієї функції за наявності дискретно і неперервно визначених початково-крайових спостережень за ними без обмежень на кількість та якість останніх. Оцінено точність множин отриманих розв'язків та досліджено їхню однозначність.

**Ключові слова:** нелінійні динамічні системи, системи з невизначеностями, системи з розподіленими параметрами, просторово-розподілені системи, псевдорозв'язки, некоректні початково-крайові задачі.

**ВСТУП**

Дослідження нелінійних просторово-розподілених динамічних систем є достатньо складною проблемою [1], незважаючи на їхню актуальність [2].

Проблеми розв'язання початково-крайових задач будуть взагалі непідйомними, якщо ці задачі формулюються некоректно за кількістю та якістю (дискретні, неперервні) гранично-початкових спостережень.

Для розв'язання задач динаміки просторово-розподілених недовизначених за початково-крайовими спостереженнями лінійних динамічних систем у роботі [3] запропоновано, а в працях [4, 5] доведено до завершення методику середньоквадратичного математичного моделювання впливу наявних початково-крайових збурень на стан системи дискретно і неперервно визначеними моделювальними функціями. Побудова розв'язків диференціально визначених математичних моделей таких систем, які за середньоквадратичним критерієм узгоджувалися із заданими дискретними та неперервними початково-крайовими спостереженнями, ґрунтується на інтегральних аналогах цих диференціальних моделей.

Запропонований в [6] підхід до побудови ядер інтегральних математичних моделей просторово-розподілених динамічних систем у випадку поширення [7, 8] на нелінійні динамічні процеси дав змогу за середньоквадратичним критерієм побудувати псевдообернення деяких класів нелінійних диференціально визначених математичних моделей. Останнє в поєднанні з методикою [3, 5] математичного моделювання лінійних динамічних систем дало змогу побудувати та дослідити середньоквадратичні наближення до функції стану цих класів систем і в обмежених просторово-часових областях. Якщо в [9, 10] це було зроблено для квадратично уточнених лінійно розподілених систем, то в цій роботі з використанням результатів запропонованого в [7] псевдообернення мультиплікативно нелінійних просторово розподілених динамічних систем розв'язуватимемо деякі початково-крайові задачі і для цих систем. Зокрема, досліджено квадратично-нелінійні динамічні системи та мультиплікативно нелінійні системи довільного порядку нелінійності для дискретних та неперервних спостережень за їхнім початково-крайовим станом. Буде побудовано та досліджено множини моделювальних факторів для таких спостережень, а за їхнім використанням — і розв'язків розглянутих задач.

**МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ МОДЕЛЮВАННЯ**

Розглянемо проблеми дослідження нелінійних динамічних систем, поданих в [7, 8]. Особливість цих систем полягає в тому, що їхня нелінійна диференціальна модель утворюється добутком

$$\prod_{k=1}^N L_k(\partial_s)y(s) = u(s), \quad s \in S_0^T = S_0 \times [0, T] \quad (1)$$

© В.А. Стоян, 2022