

«Високоточні методи для розв'язування задач математичного моделювання та аналізу нелінійних динамічних систем»

Основні наукові результати

Розроблено нові методи без насичення точності розв'язування інтегральних рівнянь Гаммерштейна та Урисона за допомогою лінійних інтерполяційних поліноміальних операторів з вузлами в точках екстремумів поліномів Чебишева в банаховому просторі.

Розроблено нові методи застосування сплайн-операторів для розв'язування інтегральних рівнянь Гаммерштейна та Урисона.

Розроблено та обґрунтовано новий чисельно-аналітичний, експоненційно збіжний метод розв'язування систем звичайних диференціальних рівнянь на півосі. Розроблено алгоритми програмного застосування методу.

Побудована й досліджена нова математична модель каскаду сорбційних апаратів при внутрішньо-дифузійному процесі сорбції у гранулах однорідно-пористого сорбенту та вирішено питання побудови й дослідження математичних моделей каскаду сорбційних апаратів які актуальні й представляють як теоретичний, так і практичний інтерес.

Розроблено метод обчислення граничного режиму роботи каскаду сорбційних апаратів як розв'язку нескінченної системи рівнянь Гурса.

Побудована та досліджена математична модель системи з сильним взаємозв'язком між елементами білінійного типу, встановлені умови збереження знаку розв'язків в умовах сильних збурень, з імовірністю 1 (що може слугувати основою для розгляду задач програмного керування рухом у «коридорі» в умовах сильних збурень).

Продемонстрована можливість використання алгоритму побудови колективних змінних для зниження розмірності початкової задачі і забезпечення можливості знаходження аналітичних розв'язків систем такого типу з необмежено зростаючим числом елементів.

Доведене, що при реальних припущеннях щодо параметрів математичної моделі каскаду сорбційних апаратів вона має єдиний розв'язок у просторі неперервних функцій. Доведена незаперечність цього розв'язку фізичному сенсу вхідних величин моделі. Вивчені властивості монотонності розв'язку як по просторових і часових змінних, так і по номерах циклу апарата. Доведене, що зі збільшенням числа циклів, що становлять розв'язок моделі, рівномірно сходяться. Обґрунтовано(у рамках побудованої моделі) існування режиму, що встановлюється при роботі каскаду, що є найважливішою характеристикою досліджуваного циклічного процесу. Наведені властивості граничних функцій, що описують режим, що встановився, роботи каскаду.

Практична цінність

Розроблено алгоритм програмної реалізації FD-методу розв'язування систем диференціальних рівнянь, який дозволяє в напівавтоматичному режимі знаходити аналітичні наближення розв'язків у вигляді швидкозбіжних функціональних рядів. Розроблені алгоритми можуть бути ефективно реалізовані на вбудованих мовах програмування систем комп'ютерної алгебри Maple, Mathematica, Maxima та ін. Можливою областю застосування розроблених алгоритмів є дослідження нано- та квантових процесів, що потребують обчислень з високою точністю, а також керування складними динамічними системами в режимі реального часу (безпілотна авіація).

Системи з білінійним взаємозв'язком широко використовуються в економічних, екологічних та з великим радіусом кореляції динамічних систем. Загальна теорія випадкових процесів в основному орієнтується на середні показники, а не на конкретні реалізації. Це призводить до прийняття, при розрахунках надійності функціонування відкритих систем, допустимість катастроф – розвалу системи у випадковий момент часу з імовірністю 1. Тому доведення можливості існування детермінованих обмежень на стохастичні розв'язки – основа до пошуку керувань, що забезпечуватимуть збереження певних показників на усьому життєвому циклі системи. Окрім того, на основі цих моделей демонструється механізм виникнення інтегральних стохастичних показників та впливів. Можливою областю застосування може бути напрям пов'язаний з розкриттям механізму використання інтегральних економічних показників у біржовій діяльності, з поясненням певних процесів самоорганізації у природознавстві та в динаміці соціальних сис-

тем, з задачами програмного керування.

Перелік основних наукових публікацій, доповідей на конференціях, семінарах

1. Makarov V.L. Methods of operator interpolation / Makarov V.L., V.V. Khlobystov, L.A. Yanovich. - Праці Інституту математики НАНУ, т. 89, (2010), -2010. - 517 с.
2. Exponentially Convergent Algorithms for Abstract Differential Equations, Frontiers in Mathematics. Birkhäuser/Springer Basel AG, Basel, 2011, viii+180pp. (співавтори: I. Gavrilyuk, V. Vasylyk)
3. Exact and Truncated Difference Schemes for Boundary Value ODEs, Birkhäuser/Springer Basel AG, Basel 2011, xi+247pp. (співавтори: I. P. Gavrilyuk, M. Hermann, M. V. Kutniv)
4. Василик В.Б., Драгунов Д.В., Ситник Д.О. Функціонально-дискретний метод розв'язування операторних рівнянь та його застосування. "Видавництво «Наукова думка» НАН України."–2011.–176 с.