

I. V. ANTONOVA, N. A. CHIKINA

PREPROPRIATE ANALYSIS OF TIME SERIES BY METHODS OF FRACTAL ANALYSIS AND PHASE TRAJECTORIES

The procedure of the qualitative analysis of time series, for which the hypothesis of trend existence isn't confirmed, with application of the methods of nonlinear dynamics and the theory of chaos, is presented. The real time series characterizing prevalence of various skin diseases in Ukraine are considered. The basis for similar researches is Takens's theorem. The randomness of the studied dynamical system given by time realizations is established by means of Lyapunov's indicator. The state stability is estimated by Hausdorff's fractal dimension and the fractality index. Visual evaluation of the time series was carried out by means of the phase trajectory restoration procedure. As a result of the analysis of phase points in the phase space the split attractor is indicated, which gives the chance to speak about its bifurcation.

Key words: qualitative analysis, time series, methods of nonlinear dynamics, theory of chaos, Lyapunov's indicator, fractal dimension, fractality index, phase space, attractor, bifurcation of an attractor.

Запропоновано процедуру якісного аналізу часових рядів, для яких не підтверджується гіпотеза про наявність тренда, із застосуванням методів нелінійної динаміки, теорії хаосу. Розглянуто реальні часові ряди, що характеризують поширення різних шкірних захворювань в Україні. Обґрунтуванням для подібних досліджень є теорема Такенса. Хаотичність досліджуваної динамічної системи, що задана часовими реалізаціями, встановлена за допомогою показника Ляпунова. Оцінка стійкості стану оцінювалась фрактальною розмірністю Хаусдорфа і індексом фрактальності. Візуальна оцінка часового ряду проводилась за допомогою процедури відновлення фазових траєкторій. В результаті аналізу фазових точок фазового простору виявлено розщеплений аттрактор, що дає можливість говорити про його біфуркацію.

Ключові слова: якісний аналіз, часовий ряд, методи нелінійної динаміки, теорія хаосу, показник Ляпунова, фрактальна розмірність, індекс фрактальності, фазовий простір, аттрактор, біфуркація аттрактора.

Предложена процедура качественного анализа временных рядов, для которых не подтверждается гипотеза о наличии тренда, с применением методов нелинейной динамики, теории хаоса. Рассмотрены реальные временные ряды, характеризующие распространенность различных кожных заболеваний в Украине. Основанием для подобных исследований является теорема Такенса. Хаотичность изучаемой динамической системы, заданной временными реализациями, установлена с помощью показателя Ляпунова. Оценка устойчивости состояния оценивалась фрактальной размерностью Хаусдорфа и индексом фрактальности. Визуальная оценка временного ряда проводилась с помощью процедуры восстановления фазовых траекторий. В результате анализа фазовых точек фазового пространства выявлен расщепленный аттрактор, что дает возможность говорить о его биуркации.

Ключевые слова: качественный анализ, временной ряд, методы нелинейной динамики, теория хаоса, показатель Ляпунова, фрактальная размерность, индекс фрактальности, фазовое пространство, аттрактор, биуркация аттрактора.

UDC 621.9

V. N. BURLAYENKO, T. SADOWSKI, D. PIETRAS

A NUMERICAL ANALYSIS OF NEAR TIP FIELDS IN A BENDING MOMENT-LOADED DOUBLE CANTILEVER SANDWICH BEAM FRACTURE SPECIMEN

The paper presents an interfacial crack problem adopted for studying fracture toughness and debonding tolerance of sandwich composite materials. A specific example of the fracture sandwich specimens such as a double cantilever sandwich beam subjected to uneven bending moments (DCB-UBM) is considered. A finite element modelling of this test method is carried out using the ABAQUS™ code. A two-dimensional (2-D) model has been developed to highlight the distribution of stress and displacement fields and to calculate the energy release rate (ERR) and the phase angle at the interface crack between two dissimilar orthotropic materials. The J – integral approach built-in ABAQUS code and the crack surface displacement method programmed as an add-on subroutine within the Matlab® environment are used for computing those fracture parameters. The influence of different moment ratios on the near crack tip stress state, the ERR, and phase angle fracture parameters is estimated.

Key words: double cantilever sandwich beam, bi-material interface, fracture parameters, finite element method, ABAQUS™.

Представлено проблему міжфазної тріщини, за допомогою якої вивчаються в'язкість руйнування та стійкість до відшарування у тришарових композиційних матеріалах. Розглянуто конкретний приклад тришарового зразка на руйнування – двохконсольна тришарова балка, яка навантажена згинальними моментами. Скінчено елементне моделювання цього тесту здійснюється за допомогою програми ABAQUS™. Двовимірна модель була розроблена для виявлення розподілу полів напружень та перемішень, а також для розрахунку швидкості вивільнення енергії руйнування та фазового кута міжфазної тріщини поміж двома різними ортотропними матеріалами. J – інтеграл підхід, який є вбудованою опцією у ABAQUS, та метод відносних зміщень на поверхнях тріщини, який запрограмований у середовищі Matlab® окремою програмою, використовуються для обчислення цих параметрів руйнування. Оцінюється вплив різних співвідношень згинальних моментів на напружений стан в околі вершини тріщини, швидкості вивільнення енергії руйнування і фазовий кут.

Ключові слова: двохконсольний балочний тришаровий зразок, інтерфейс біматеріалу, параметри руйнування, метод скінчених елементів, ABAQUS™.

Представлена задача межфазной трещины, с помощью которой изучается вязкость разрушения и устойчивость к отслоению в трехслойных композиционных материалах. Рассмотрен конкретный пример трехслойного образца на разрушение – двухконсольная трехслойная балка, нагруженная изгибающими моментами. Конечно элементное моделирование этого теста осуществляется с помощью программы ABAQUS™. Двухмерная модель была разработана для моделирования распределения полей напряжений и перемещений, а также для расчета скорости высвобождения энергии разрушения и фазового угла межфазной трещины между двумя различными ортотропными материалами. J – интеграл подход, который является встроенной опцией в ABAQUS, и метод относительных смещений на поверхностях трещины, который запрограммирован в среде Matlab® отдельной программой, используются для вычисления этих параметров разрушения. Оценивается влияние различных соотношений изгибающих моментов на напряженное состояние в окрестности вершины трещины, скорости высвобождения энергии разрушения и фазовый угол.

Ключевые слова: двухконсольный балочный трехслойный образец, интерфейс биматериала, параметры разрушения, метод конечных элементов, ABAQUS™.

*А. И. БЕЙ***КАЧЕСТВО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ «СЛЕПЫМ» МЕТОДОМ**

Рассмотрен слепой статистический итерационный метод реконструкции изображений поверхности объекта на базе независимого компонентного анализа. Проведено математическое моделирование изображений, содержащих произвольные объекты на фоне белого шума. Полученный модернизированный алгоритм для случая непараметрической неопределенности опробован на моделях изображений и показано, что он обладает сверхразрешающими свойствами.

Ключевые слова: слепой метод восстановления, независимый компонентный анализ, компонентный базис, число компонент, число наблюдений, обратная матрица.

Розглянуто сліпий статистичний ітераційний метод реконструкції зображень поверхні на базі метода незалежного компонентного аналізу. Проведено математичне моделювання зображень, які включають різні об'єкти на фоні білого шуму. Отриманий модернізований алгоритм для випадку непараметричної невизначеності випробувано на моделях зображень та показано, що він має надрозрізняючі якості.

Ключові слова: сліпий метод реконструкції, незалежний компонентний аналіз, компонентний базис, число компонент, число спостережень, обернена матриця.

The paper deals with a blind statistical iteration method for recovering object surface images based on the independent component analysis. The mathematical modeling of images of arbitrary objects on a white noise background is carried out. The improved algorithm obtained for the case of non-parametric uncertainty is tested on the image models and is proved to possess superresolution properties.

Key words: independent component analysis, blind method of restoration, componential base, number of components, number of observations, inverse matrix.

*А. В. ВОРОПАЙ***ГАШЕНИЕ НЕСТАЦИОНАРНЫХ КОЛЕБАНИЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ, СОСТОЯЩЕЙ ИЗ ПЛАСТИНЫ И СОСРЕДОТОЧЕННОЙ МАССЫ. ПАСИВНАЯ ВИБРОЗАЩИТА**

Механическая система состоит из прямоугольной изотропной пластины средней толщины, шарнирно-опёртой по контуру, и присоединённых к ней в разных точках сосредоточенной массы и пассивного демпфера. На пластину воздействует нестационарное нагружение, вызывающее колебания. Влияние сосредоточенной массы и демпфера моделируется дополнительными нестационарными сосредоточенными силами, приложенными к пластине. Исследования сводятся к анализу системы интегральных уравнений Вольтерра, которые решаются численно с использованием регуляризирующего алгоритма А. Н. Тихонова. Приведены примеры расчетов для прямой и обратной задач при пассивном гашении нестационарных колебаний пластины.

Ключевые слова: пластина средней толщины, сосредоточенная масса, нестационарное нагружение, пассивный демпфер, система интегральных уравнений Вольтерра, регуляризирующий алгоритм А. Н. Тихонова, обратная задача.

Механічна система складається з прямокутної ізотропної пластини середньої товщини, шарнірно-опертої по контуру, та приєднаних до неї в різних точках зосередженої маси і пасивного демпфера. На пластину діє нестационарне навантаження, яке збуджує коливання. Вплив зосередженої маси і демпфера моделюється додатковими нестационарними зосередженими силами, прикладеними до пластини. Дослідження зводяться до аналізу системи інтегральних рівнянь Вольтерра, які розв'язуються чисельно з використанням регуляризуючого алгоритму А. М. Тихонова. Наведені приклади розрахунків для прямої та оберненої задач пасивного гашіння нестационарних коливань пластини.

Ключові слова: пластина середньої товщини, зосереджена маса, нестационарне навантаження, пасивний демпфер, система інтегральних рівнянь Вольтерра, регуляризуючий алгоритм А. М. Тихонова, обернена задача.

The mechanical system consists of a rectangular isotropic hinged medium thickness plate and a concentrated mass and a passive damper attached to it at different points. The plate is impacted by non-stationary loading, causing vibrations. The influence of the concentrated mass and the damper is simulated by additional nonstationary concentrated forces applied to the plate. The research is reduced to the analysis of a system of Volterra integral equations, which are solved numerically with using Tikhonov regularization algorithm. Examples of calculations for the direct and inverse problems of passive suppression of non-stationary vibrations of the plate are given.

Key words: plate of medium thickness, concentrated mass, nonstationary loading, passive damper, system of Volterra integral equations, Tikhonov regularization algorithm, inverse problem.

*В. Д. ДУШКИН***ИНТЕГРАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ ЗАДАЧИ ДИФРАКЦИИ МОНОХРОМАТИЧЕСКИХ ВОЛН НА МНОГОЭЛЕМЕНТНОЙ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ НЕ ИДЕАЛЬНО ПРОВОДЯЩЕЙ ГРЕБЁНКЕ**

Получены системы сингулярных интегральных уравнений исследуемой задачи. Исходная краевая задача для уравнения Гельмгольца с краевыми условиями третьего рода сведена к системе сингулярных интегральных уравнений с помощью метода параметрических представлений интегральных преобразований. Показано, что системы интегральных уравнений задач дифракции на идеально проводящей и не идеально проводящей гребёнке имеют одинаковые типы особенностей и различаются видом гладких частей ядер. Для численного решения данной задачи применим метод дискретных особенностей.

Ключевые слова: сингулярные интегральные уравнения, задачи дифракции, метод параметрических представлений интегральных преобразований.

Отримані системи сингулярних інтегральних рівнянь досліджуваної задачі. Початкову крайову задачу для рівняння Гельмгольца з крайовими умовами третього роду зведено до системи сингулярних інтегральних рівнянь за допомогою методу параметричних представлень інтегральних перетворень. Показано, що системи інтегральних рівнянь задач дифракції на ідеально провідній і не ідеально провідній гребінці мають однакові типи особливостей і відрізняються видом гладких частин ядер. Для чисельного розв'язання цієї задачі можна застосувати метод дискретних особливостей.

Ключові слова: сингулярні інтегральні рівняння, задачі дифракції, метод параметричних представлень інтегральних перетворень.

Systems of singular integral equations of the investigated problem are obtained. The original mixed boundary value problem for the Helmholtz equation is reduced to a system of singular integral equations. The method of parametric representations of integral transformations is used. It is shown that systems of integral equations of problems of diffraction on conducting and non-perfectly conducting rectangular flanges have the same types of singularities. These systems of integral equations differ in the smooth part of the kernel. For the numerical solution of this problem the method of discrete singularities can be used.

Key words: singular integral equations, diffraction problems, the method of parametric representations of integral transforms.

С. Е. ГАРДЕР, Е. П. ГОМОЗОВ

АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КУРСОВОЙ СТОИМОСТИ БИТКОИНА МЕТОДОМ SSA

Приведен обзор существующих на сегодняшний день математических моделей функционирования финансового рынка. Однако, практически все публикуемые исследования носят в основном теоретический характер, прогнозы, как правило, требуют большого количества наблюдений, плохо работают в окрестностях бифуркаций и не имеют компьютерной модели, которая могла бы строить прогнозы в режиме реального времени. В работе на основе метода SSA (Singular Spectrum Analysis) проведен анализ структуры и прогнозирование временного ряда курсовой стоимости биткоина. Получен более точный прогноз по сравнению с применением для прогнозирования моделей ARIMA и ARFIMA-FIGARCH даже в «критических» для этих моделей случаях.

Ключевые слова: временной ряд, биткойн, анализ структуры, прогноз, сингулярный спектральный анализ, метод SSA – «Гусеница».

Надано огляд існуючих математичних моделей функціонування фінансового ринку. Однак, практично усі досліді, що були опубліковані, мають теоретичний характер, прогнози, як правило, потребують більшої кількості спостережень, погано працюють поблизу біфуркацій і не мають комп'ютерної моделі, яка мала б можливість будувати прогнози в режимі реального часу. На засадах методу SSA проведено аналіз структури та прогнозування ряду курсової вартості. Отримано найбільш точний прогноз порівняно з застосуванням для прогнозування моделей ARIMA і ARFIMA-FIGARCH навіть в «критичних» для цих моделей випадках.

Ключові слова: часовий ряд, біткоїн, аналіз структури, прогноз, сингулярний спектральний аналіз, метод SSA – «Гусениця».

In the paper the existing mathematical models of the financial market are reviewed. Nevertheless, the majority of the research published has the essential drawbacks such as the theoretical character of the papers, the amount of the observations required, the inadequate performance in the neighborhood of bifurcation points, and the absence of a computer model capable of real-time prediction. In the present paper we apply the SSA method for analyzing the structure and predicting the behavior of the bitcoin rate time series. The results obtained are of higher accuracy compared to the ones obtained by using the ARIMA and ARFIMA-FIGARCH models for predicting, even in the critical for these models cases.

Key words: time series, bitcoin, structure analysis, prediction, singular spectral analysis, the "Caterpillar"-SSA method.

С. Е. ГАРДЕР, Т. Л. КОРНІЛЬ

ФРАКТАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕНДЕНЦІЇ ФІНАНСОВОГО ЧАСОВОГО РЯДУ

Пропонується використання методу фрактального аналізу часових рядів на основі показника Херста та V – статистики як альтернативи до гіпотези ефективного ринку. Гіпотеза фрактального ринку підкреслює вплив ліквідності і інвестиційних горизонтів на поведінку інвесторів, вона не накладає ніяких статистичних вимог на процес. R/S – аналіз, або метод нормованого розмаху – це сукупність статистичних методів аналізу часових рядів, що дозволяють визначити їх деякі важливі характеристики, такі як характер змін, наявність неперіодичних циклів, пам'яті та інших. Проведено R/S – аналіз вартості акцій компанії IBM та надано прогноз по тенденціям вартості акцій на фінансових ринках.

Ключові слова: фрактальний аналіз, часовий ряд, R/S – аналіз, показник Херста, прогноз по тенденціям вартості.

Предлагается использование метода фрактального анализа временных рядов на основе показателя Херста и V – статистики как альтернатива гипотезе эффективного рынка. Гипотеза фрактального рынка подчеркивает влияние ликвидности и инвестиционных горизонтов на поведение инвесторов, она не накладывает никаких статистических требований на процесс. R/S – анализ или метод нормированного размаха – это совокупность статистических методов анализа временных рядов, позволяющих определить их некоторые важные характеристики, такие, как характер изменений, наличие неперіодических циклов, памяти и других. Проведен R/S – r/s – анализ стоимости акций компании IBM и дан прогноз по тенденциям стоимости акций на финансовых рынках.

Ключевые слова: фрактальный анализ, временной ряд, R/S – анализ, показатель Херста, прогноз по тенденциям стоимости.

The method of fractal analysis of time series based on the Hurst factor and V – statistics is proposed to be used as an alternative to the efficient-market hypothesis. The fractal market hypothesis emphasizes the influence of liquidity and investment horizons on the investors' behavior; it does not impose any statistic requirements on the process. The R/S – analysis or rescaled range analysis is a set of statistical methods for analyzing time series which allows determining some of the series' important properties such as the character of changes, the existence of non-periodic cycles, memory, etc. The R/S – r/s – analysis of the IBM share price is carried out and the forecast of the share price trends on the financial markets is given.

Key words: fractal analysis, time series, R/S – analysis, Hurst factor, forecast of share price trends.

А. П. КОЖУШКО, О. Л. ГРИГОР'ЄВ

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НИЗЬКОЧАСТОТНИХ КОЛИВАНЬ В'ЯЗКОЇ РІДИНИ В ГОРИЗОНТАЛЬНІЙ ЄМНОСТІ З ВІЛЬНОЮ ПОВЕРХНЕЮ

Обґрунтовано доцільність розгляду коливань рідини в горизонтальній ємності з вільною поверхнею. Виділено основні коливальні рухи оболонки, які впливають на перерозподіл мас в ємності. На основі рівняння Стокса для ізотермічного руху ньютонівської в'язкої нестисливої рідини, а також формули Лапласа для сили поверхневого натягу, складена математична модель низькочастотних коливань рідини і аналітичні вирази для власних частот. Складено рівняння для опису вимушених коливань рідини під дією заданих кінематичних збурень з боку оболонки. При використанні отриманих рівнянь планується враховувати перерозподіл мас в цистерні при виконанні транспортних і технологічних робіт машинно-тракторного агрегату.

Ключові слова: коливання, ємність, затухаючі частоти, гармоніка, крайові умови.

Обоснована целесообразность рассмотрения колебаний жидкости в горизонтальной емкости со свободной поверхностью. Выделены основные колебательные движения оболочки, которые влияют на перераспределение масс в емкости. На основе уравнения Стокса для изотермического движения ньютоновской вязкой несжимаемой жидкости, а также формулы Лапласа для силы поверхностного натяжения, составлена математическая модель низкочастотных колебаний жидкости и аналитические выражения для собственных частот. Составлены уравнения для описания вынужденных колебаний жидкости под действием заданных кинематических возмущений со стороны оболочки. При использовании полученных уравнений планируется учитывать перераспределения масс в цистерне при выполнении транспортных и технологических работ машинно-тракторного агрегата.

Ключевые слова: колебания, емкость, затухающие частоты, гармоника, граничные условия.

The expediency of considering oscillations of a liquid in a horizontal container with a free surface is substantiated. The main vibrational motions of the shell influencing the redistribution of masses in the vessel are identified. Based on the Stokes equation for the isothermal motion of a Newtonian viscous incompressible fluid and

also the Laplace formula for the surface tension force, a mathematical model of low-frequency fluid oscillations and analytical expressions for natural frequencies are compiled. Equations for describing forced fluid vibrations under the action of given kinematic perturbations on the shell side are compiled. When using the equations obtained, it is planned to take into account the redistribution of masses in the tank of a machine-tractor unit performing transport and technological works.

Key words: oscillations, capacitance, damped frequencies, harmonic, boundary conditions.

УДК 629.114.2.073.286

Л. В. КУРПА, Г. Н. ТИМЧЕНКО, А. А. ОСЕТРОВ

НЕЛИНЕЙНЫЕ СВОБОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ ПОЛОГИХ ОБОЛОЧЕК И ПЛАСТИН С ВЫРЕЗАМИ И РАЗЛИЧНЫМИ ГРАНИЧНЫМИ УСЛОВИЯМИ

Рассмотрены задачи о геометрически нелинейных свободных колебаниях композитных элементов тонкостенных конструкций, которые моделируются многослойными пологими оболочками со сложной формой плана. Метод решения основан на совместном использовании теории R – функций, вариационных методов, процедуры Бубнова-Галеркина и метода Рунге-Кутты. В качестве иллюстрации эффективности метода решены задачи о колебаниях многослойных пологих оболочек с прямоугольным жестко закрепленным отверстием и различными граничными условиями на внешнем контуре. Для аппроксимации построенного решения использованы степенные полиномы и сплайны. Достоверность разработанного программного обеспечения проверена на тестовых задачах.

Ключевые слова: многослойные пологие оболочки, вырезы, теория R – функций, нелинейные колебания.

Розглянуто ефективний метод дослідження геометрично нелінійних вільних коливань композитних елементів тонкостінних конструкцій, які моделюються багатослойними пологими оболочками з отворами. Запропонований метод базується на сумісному використанні теорії R – функцій, варіаційних методів та процедури Бубнова-Гальоркіна. Розв'язано низку задач про лінійні та нелінійні коливання багатослойних пологих оболонок з жорстко закріпленим прямокутним отвором для різних граничних умов на зовнішньому контурі. Для розв'язання задач було використано поліноміальну та сплайн-апроксимацію невизначених компонент в структурах розв'язку.

Ключові слова: багатослойні пологі оболонки, отвір, теорія R – функцій, нелінійні коливання.

In this paper, we consider an effective method for investigating geometrically nonlinear free vibrations of composite elements of thin-walled structures that are modeled by multilayered shallow shells with a clamped cut. The proposed method is based on the joint use of the theory of R – functions, variational methods and the Bubnov-Galerkin procedure. A set of new problems of linear and nonlinear vibrations of multilayered shallow shells with clamped rectangular cutout and different boundary conditions on external contour is solved. Polynomial and spline-approximation are used for undefined components to obtain results.

Key words: multilayered shallow shells, cutout, theory of R – functions, nonlinear vibrations.

УДК 519.6

О. С. МЕЛЬНИК, М. С. ГОРБАРЧУК

МАЖОРИТАРНИ НАНОПРИСТРОЇ ПОСЛІДОВНОСТНОГО ТИПУ

Описується комп'ютерне проектування надійних послідовних наноприладів з мажоритарними структурами. При побудові мажоритарних наносхем на базі технологій коміркових квантових автоматів використовується теорія кінцевих автоматів. Розглянуті базові принципи побудови та особливості функціонування тригерних нанoeлементів. Розроблені математичні моделі швидкодіючих одно електронних нанолічильників додавання і віднімання. Створені послідовні нанопристрої із застосуванням системи автоматизованого проектування (САПР) QCADesigner.

Ключові слова: мажоритарний елемент, послідовні нанопристрої, квантові автомати, одноелектроніка, автоматизоване проектування.

Описывается компьютерное проектирование надежных последовательностных наноприборов с мажоритарными структурами. При построении мажоритарных наносхем на базе технологий воротниковых квантовых автоматов используется теория конечных автоматов. Рассмотрены базовые принципы построения и особенности функционирования Тригерных нанoeлементов. Разработаны математические модели быстродействующих одноэлектронных нано счетчиков сложения и вычитания. Созданы последовательностные наноприборы с применением системы автоматизированного проектирования QCADesigner.

Ключевые слова: мажоритарный элемент, последовательностные наноприборы, квантовые автоматы, одноэлектроника, автоматизированное проектирование.

The paper describes the computer-aided design of reliable sequential nanoscale devices with majority structures. When constructing majority nanocircuits on the basis of technology of cellular quantum automata, the theory of finite automata is used. Basic principles of construction and peculiarities of functioning of Trigger nanoelements are considered. Mathematical models of high-speed one-electron nanocounters of addition and subtraction are developed. Sequential nanoscale devices are created using the QCADesigner automated design system.

Key words: majority element, sequential nanodevices, quantum automata, one-electronics, computer-aided design.

УДК 621.382.3 (045)

О. С. МЕЛЬНИК, А. О. БОРСУК

СИНТЕЗ МАЖОРИТАРНИХ ОДНОЕЛЕКТРОННИХ НАНОПРИСТРОЇВ З ПАМ'ЯТТЮ

Запам'ятовуючі нанопристрої відрізняються великим різноманіттям мажоритарних тригерних структур, які є базовими фрагментами наносхем великого ступеня інтеграції. В роботі описано синтез надійних послідовних нанопристроїв одно-електроніки на базі технологій квантових коміркових автоматів. При побудові мажоритарних наносхем з пам'яттю використовуються теорія кінцевих автоматів. Проаналізовано технологія комп'ютерного проектування різних типів арифметико-логічних нанопристроїв. Створені надшвидкодіючі нанорегістри паралельної дії та з парафазним керуванням.

Ключові слова: квантові автомати, мажоритарна логіка, одноелектроніка, нанорегістри, комп'ютерне проектування.

Запоминающие наноустройства отличаются большим разнообразием мажоритарных тригерных структур, которые являются базовыми фрагментами наносхем высокого уровня интеграции. В работе описывается синтез надежных последовательностных наноустройств одноэлектроники на базе технологий квантовых сотовых автоматов. При построении мажоритарных наносхем с памятью используются теория конечных автоматов. Проанализирован порядок компьютерного проектирования различных типов арифметико-логических наноустройств. Созданы сверхбыстродействующие нанорегистры параллельного действия и с парафазным управлением.

Ключевые слова: квантовые автоматы, мажоритарная логика, одноэлектроника, нанорегистры, компьютерное проектирование.

Memorizing nanodrives are distinguished by a large variety of majoritarian trigger structures, which are the basic fragments of the the nanocircuit of a high integration level. The paper describes the synthesis of reliable sequential nanodevices of single- electronics based on the technology of quantum cellular automata. When con-

structuring majority nano-circuits with memory, the theory of finite automata is used. The order of computer design of different types of arithmetic and logic nano devices is analyzed. High-speed parallel-acting and paraphase control nanoregisters control are created.

Key words: quantum automata, majority logic, single-electronics, nanoregisters, computer design.

УДК UDC 517.955.8

O. O. NABOKA

UNIFORM ATTRACTOR FOR WAVE EQUATION WITH NON-LINEAR DAMPING DEPENDING EXPLICITLY ON TIME

The paper deals with long-time behavior of the solutions to the initial-boundary value problem for a non-autonomous non-linear wave equation. The peculiarity of the equation is the non-linear damping term depending explicitly on time. The problem is studied in the framework of the theory of processes and their attractors. The family of processes generated by the initial-boundary value problem is introduced. It is proved that this family is uniformly (with respect to the time-dependent damping coefficient) dissipative and asymptotically compact, thus possesses a unique uniform attractor. The attractor is a compact set in the common phase space of the processes.

Key words: non-autonomous wave equation, non-linear damping, family of processes, uniform attractor.

Вивчається асимптотична поведінка розв'язків початково-крайової задачі для неавтономного нелінійного хвильового рівняння. Особливістю рівняння є те, що доданок рівняння, який відповідає за демпфування, є нелінійним і залежить явно від часу. Дослідження проведено у рамках теорії процесів та їх аттракторів. Побудовано сім'ю процесів, що відповідає початково-крайовій задачі. Доведено, що ця сім'я є рівномірно (відносно коефіцієнта демпфування, який залежить від часу) дисипативною та асимптотично компактною, отже має єдиний рівномірний аттрактор. Аттрактор є компактною множиною у спільному фазовому просторі процесів.

Ключові слова: неавтономне хвильове рівняння, нелінійне демпфування, сім'я процесів, рівномірний аттрактор.

Изучается асимптотическое поведение решений начально-краевой задачи для неавтономного нелинейного волнового уравнения. Особенность уравнения состоит в наличии нелинейного демпфирования, зависящего явно от времени. Исследование проводится в рамках теории процессов и их аттракторов. Построено семейство процессов, соответствующее начально-краевой задаче. Доказано, что это семейство равномерно (относительно зависящего от времени коэффициента демпфирования) диссипативно и асимптотически компактно и, следовательно, обладает единственным равномерным аттрактором. Аттрактор является компактным множеством в общем фазовом пространстве процессов.

Ключевые слова: неавтономное волновое уравнение, нелинейное демпфирование, семейство процессов, равномерный аттрактор.

УДК 004.032.2+519.685.1

T. O. NAZIROVA, O. B. KOSTENKO

ІНСТРУМЕНТАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДЕМОГРАФІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ У МЕДИЧНІЙ ІНФОРМАЦІЙНІЙ СИСТЕМІ

Забезпечення високого рівня здоров'я нації є пріоритетним завданням держави. У статті детально аналізується демографічна ситуація населення України на сьогоднішній день. Запропоновано можливі шляхи вирішення проблем сучасного стану системи охорони здоров'я в Україні, за допомогою оптимізації методів управління галуззю на регіональному рівні з використання інформаційних технологій. Активне впровадження інформаційних технологій в процес надання медичних послуг, інтеграція у світовий інформаційний простір є важливим компонентом реформування вітчизняної галузі охорони здоров'я. Це дозволить за порівняно нетривалий час суттєво покращити ефективність роботи закладів охорони здоров'я, поліпшити якість лікування та діагностики.

Ключові слова: медична інформаційна система, електронна карта пацієнта, охорона здоров'я, регулярні медичні огляди, статистичні данні, реформування галузі охорони здоров'я.

Обеспечение высокого уровня здоровья нации является приоритетной задачей государства. В статье подробно анализируется демографическая ситуация населения Украины на сегодняшний день. Предложены возможные пути решения проблем современного состояния системы здравоохранения в Украине, путем оптимизации методов управления отраслью на региональном уровне с использованием информационных технологий. Активное внедрение информационных технологий в процесс предоставления медицинских услуг, интеграция в мировое информационное пространство является важным компонентом реформирования отечественного здравоохранения. Это позволит за сравнительно непродолжительное время существенно улучшить эффективность работы учреждений здравоохранения, улучшить качество лечения и диагностики.

Ключевые слова: медицинская информационная система, электронная карта пациента, здравоохранение, регулярные медицинские осмотры, статистические данные, реформирования здравоохранения.

In the paper the up-to-date demographic situation in Ukraine is analyzed in details. The possible ways of solving the problems of the current state of the health care system in Ukraine are proposed, such as optimization of the industry's management methods at the regional level with the use of information technologies. The active use of information technology in the process of providing medical services, integration into the world information space is an important component of the reform of the domestic health care industry. This will allow a significant improvement in the efficiency of health care facilities in the relatively short time, improve the quality of treatment and diagnosis. The aim is to foster further quality of services in this area. Modern medicine rush away from verbal description towards formalized processes, mathematical models and information technologies. These adaptive learning algorithms can handle diverse types of medical data and integrate them into categorized outputs. Diagnostic and prognostic tasks cannot be solved without creation of appropriate informative environment. It enables settling the problems of data and knowledge representation, seeking dependencies, creating decision rules.

Key words: medical information system, patient electronic card, health care, regular medical examinations, statistical data, health care reform.

УДК 534.1; 539.3

V. P. OLYSHANSKYI, S. V. OLYSHANSKYI

КОЛИВАННЯ СТЕПЕНЕВО-НЕЛІНІЙНОГО ОСЦИЛЯТОРА, СПРИЧИНЕНІ СИЛОВИМ ІМПУЛЬСОМ

Розглянуто коливання осцилятора зі степеневою характеристикою пружності при дії миттєво прикладеної сталої сили (ступінчастого імпульсу) та сили обмеженої тривалості дії (прямокутного імпульсу). Одержано аналітичні розв'язки задачі Коші для нелінійного диференціального рівняння другого порядку. Вони виражені через спеціальні періодичні Атеб-функції. Запропоновано апроксимації цих спеціальних функцій, які ґрунтуються на тригонометричній інтегралі. Показано, що коефіцієнт динамічності осцилятора залежить від показника нелінійності і попадає в інтервал $(1; e)$, де e – основа натурального

логарифма. Він більше двох при м'якій характеристиці пружності і менший двох – у випадку жорсткої характеристики. Встановлено тривалості дії імпульсу, при яких амплітуди вільних коливань розвантаженого осцилятора мають екстремальні значення. Ці тривалості залежать не тільки від маси і жорсткості пружного осцилятора, а також від величини миттєво прикладеної сили. Наведено приклади розрахунків, які ілюструють можливості викладеної теорії.

Ключові слова: нелінійний осцилятор, степенева характеристика пружності, імпульсне навантаження, коефіцієнт динамічності, періодичні Ateb-функції та їх апроксимація.

Рассмотрены колебания осцилятора со степенной характеристикой упругости при действии мгновенно приложенной постоянной силы (ступенчатого импульса) и силы ограниченной продолжительности действия (прямоугольного импульса). Получены аналитические решения задачи Коши для нелинейного дифференциального уравнения второго порядка. Они выражены через специальные периодические Ateb-функции. Предложены аппроксимации этих специальных функций, которые основаны на тригонометрической интерполяции. Показано, что коэффициент динамичности осцилятора зависит от показателя нелинейности и попадает в интервал $(1; e)$, где e – основание натурального логарифма. Он больше двух при мягкой характеристике упругости и меньше двух – в случае жёсткой характеристики. Установлены продолжительности действия импульса, при которых амплитуды свободных колебаний разгруженного осцилятора имеют экстремальные значения. Эти продолжительности зависят не только от массы и жёсткости упругого осцилятора, а также и от величины мгновенно приложенной силы. Приведены примеры расчётов, которые иллюстрируют возможности изложенной теории.

Ключевые слова: нелинейный осциллятор, степенная характеристика упругости, импульсное нагружение, коэффициент динамичности, периодические Ateb-функции.

Vibrations of an oscillator with power elasticity characteristic under the influence of an instantaneously applied constant force (step-function signal) and a force of limited duration (rectangular pulse) are studied. The analytical solutions of the Cauchy problem for the nonlinear second order differential equation are obtained. The solutions are expressed in terms of special periodic Ateb-functions. The approximations of these special functions based on trigonometric interpolation are presented. The oscillator dynamicity factor is shown to depend on the power of the nonlinearity and belong to the interval $(1; e)$, e being the base of the natural logarithm. The factor is greater than two for a mild elasticity characteristic and is less than two for a rigid one. The pulse durations causing extreme values of the amplitudes of free vibrations of an unloaded oscillator are determined. These durations depend on the value of the instantaneously applied force as well as on the mass and rigidity of the elastic oscillator. The computation examples illustrating the theory proposed are presented.

Key words: nonlinear oscillator, power elasticity characteristic, pulse load, dynamicity factor, periodic Ateb-functions.

УДК 534.1:539.3

В. П. ОЛЬШАНСЬКИЙ, С. В. ОЛЬШАНСЬКИЙ

АТЕВ-СИНУС У РОЗВ'ЯЗКУ ЗАДАЧІ ГЕРЦА ПРО УДАР

Розглянута класична задача Г. Герца про пружний удар двох незакріплених твердих тіл, з урахуванням контактних деформацій. Її розв'язок виражено через Ateb-синус, що дало можливість одержати явну аналітичну залежність від часу сили удару та інших параметрів динамічної взаємодії тіл. Для зручності проведення розрахунків складено таблицю задіяної спеціальної функції та запропоновано її апроксимацію елементарними функціями. Наведено числові результати.

Ключові слова: пружний удар, контактні деформації, Ateb-синус, апроксимація.

Рассмотрена классическая задача Г. Герца об упругом ударе двух незакрепленных твердых тел, с учетом контактных деформаций. Ее решение выражено через Ateb-синус, что дало возможность получить явную аналитическую зависимость от времени силы удара и других параметров динамического взаимодействия тел. Для удобства проведения расчетов составлено таблицу задействованной специальной функции и предложено ее аппроксимацию элементарными функциями. Приведены численные результаты.

Ключевые слова: упругий удар, контактные деформации, Ateb-синус, аппроксимация.

We consider the classical problem of H. Hertz on the elastic impact of two loose rigid bodies, taking into account the contact deformations. Its solution is expressed through the Ateb-sine, which made it possible to obtain an explicit analytical dependence on the time of the impact force and other parameters of the dynamic interaction of bodies. For convenience of calculations, a table of the involved special function is compiled and its approximation by elementary functions is proposed. Numerical results are given.

Key words: elastic impact, contact deformation, Ateb-sine, approximation.

УДК 621.434.1

О. О. ОСЕТРОВ, Д. С. АЛЬОХІН, О. М. БЕКАРЮК

РОЗРАХУНКОВА ОЦІНКА СЕРЕДНЬОЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ ДВИГУНА ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЯ

Запропоновано комплексну математичну модель робочого процесу двигуна внутрішнього згорання у складі автомобіля. З використанням цієї моделі визначено поточні і середні експлуатаційні показники двигуна при русі автомобіля на режимах випробувального циклу NEDC. Проаналізовано вплив радіуса коліс, висоти та маси транспортного засобу, моменту запалювання, ефективності трансмісії та опору дорожньої поверхні на середню експлуатаційну витрату палива. Також розглянуто перспективи подальших досліджень.

Ключові слова: математичне моделювання, робочий процес, випробувальний цикл, параметри, NEDC, середня витрата палива.

Предложена комплексная математическая модель рабочего процесса двигателя внутреннего сгорания в составе автомобиля. С использованием данной модели определены текущие и средние эксплуатационные показатели двигателя при движении автомобиля на режимах испытательного цикла NEDC. Проанализировано влияние радиуса колес, высоты и массы транспортного средства, момента зажигания, эффективности трансмиссии и дорожного сопротивления на средний эксплуатационный расход топлива. Также рассмотрены перспективы дальнейших исследований.

Ключевые слова: математическое моделирование, рабочий процесс, испытательный цикл, параметры, NEDC, средний расход топлива.

The objective of the paper is estimation of the average operational fuel economy of a car engine. The efficiency of the car engine working process depends on its design parameters, the intensity of the gear shift, driving style, driving mode. In order to estimate the influence of various factors on the average fuel-economic and environmental performance of the engine, various test cycles are used. In European countries the NEDC test cycle is considered as a basic one. In the paper a complex mathematical model of the working process of the vehicle engine is presented. Using the mathematical model the parameters of the engine are determined for the car moving in the modes of the NEDC test cycle. As a result of processing the data at all points of the cycle the average operating parameters of the engine are obtained.

The influence of the wheel radius, height and mass of the vehicle, ignition timing, transmission efficiency and resistance of the road surface on the engine average operating fuel consumption is analyzed. We also consider some recommendations for further research.

Key words: mathematical modeling, working process, test cycle, parameters, NEDC, average fuel consumption.

UDC 517.968

T. S. POLYANSKAYA, O. O. NABOKA

DISCRETE MATHEMATICAL MODEL OF HYPERSINGULAR INTEGRAL EQUATION ON A SYSTEM OF INTERVALS

We consider a hypersingular integral equation on a system of intervals, which is reduced to a system of hypersingular integral equations on the standard interval $(-1, 1)$. The discretization of this system is carried out on the basis of the method of discrete singularities. The unique solvability of the discrete problem is proved and an estimate of the rate of convergence of the solution of this problem to the exact solution of the system of hypersingular integral equations is given.

Key words: hypersingular integral equation, method of discrete singularities.

Розглянуто гіперсингулярне інтегральне рівняння на системі інтервалів, яке наведене до системи гіперсингулярних інтегральних рівнянь на стандартному інтервалі $(-1, 1)$. Проведена дискретизація цієї системи на основі методу дискретних особливостей. Доведено однозначна розв'язність дискретної задачі і дана оцінка швидкості збіжності рішення дискретної задачі до точного рішення системи гіперсингулярних інтегральних рівнянь.

Ключові слова: гіперсингулярне інтегральне рівняння, метод дискретних особливостей.

Рассмотрено гиперсингулярное интегральное уравнение на системе интервалов, которое приведено к системе гиперсингулярных интегральных уравнений на стандартном интервале $(-1, 1)$. Проведена дискретизация этой системы на основе метода дискретных особенностей. Доказана однозначная разрешимость дискретной задачи и дана оценка скорости сходимости решения этой задачи к точному решению системы гиперсингулярных интегральных уравнений.

Ключевые слова: гиперсингулярное интегральное уравнение, метод дискретных особенностей.

УДК 004.8, 004.94

Б. А. САЛТАН, Д. А. СОБКО, І. В. КУЛАКОВСЬКА

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ З ВИБОРУ ІГРОВОЇ ЗБРОЇ КОМП'ЮТОРНИМ БОТОМ З ВИКОРИСТАННЯМ АЛГОРИТМУ НАВЧАННЯ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ FALCON

Пропонується розроблена математична модель алгоритму вибору зброї ботом в комп'ютерній грі жанру шутер з використанням сценарного аналізу, що наближає поведінку штучного інтелекту (ШІ) до людської у ситуаціях, пов'язаних із вибором засобу ураження та прогнозуванням переміщення супротивника, що дозволяє гравцю отримати від гри досвід високої якості. Розроблений інструментарій зорієнтований на подальшу розробку та оптимізацію ігрового процесу, який покликаний покращити інтерактивність та ступінь реалізму у комп'ютерних іграх. Наведені проектні рішення щодо розробленої моделі; проводиться узагальнення проведеної роботи та отриманих результатів, визначаються перспективи подальшого навчання ШІ з використанням нейронних мереж. Математична модель, що побудована в даній роботі, дає змогу визначати параметри керування, а разом з ними і стратегії, які регулюють рівень складності гри і дають змогу гравцеві отримати перемогу при правильному виборі його власної стратегії. Проаналізовано кілька підходів до вирішення поставленої задачі, а саме із застосуванням логічного висновку, досвіду та гібридного підходів, сценаріїв, дерев класифікації та регресії, алгоритму FALCON.

Ключові слова: математична модель, комп'ютерна гра, параметри керування, алгоритми вибору, сценарний аналіз, логічний висновок, досвід та гібридний підхід; сценарії; дерева класифікації та регресії; алгоритм FALCON.

Предлагается разработанная математическая модель алгоритма выбора оружия ботом в компьютерной игре жанра шутер с использованием сценарного анализа, которая приближает поведение искусственного интеллекта (ИИ) к человеческому в ситуациях, связанных с выбором средства поражения и прогнозированием перемещения противника, а также позволяет игроку получить от игры опыт высокого качества. Разработанный инструментальный ориентирован на дальнейшую разработку и оптимизацию игрового процесса, который призван улучшить интерактивность и степень реализма в компьютерных играх. Приведены проектные решения по разработанной модели; проводится обобщение проведённой работы и полученных результатов, определяются перспективы дальнейшего обучения ИИ с использованием нейронных сетей. Математическая модель, построенная в данной работе, позволяет определять параметры управления, а вместе с ними и стратегии, которые регулируют уровень сложности игры и позволяют игроку одержать победу при правильном выборе его собственной стратегии. Проанализированы несколько подходов к решению поставленной задачи, а именно с применением логического вывода, опыта и гибридных подходов, сценариев деревьев классификации и регрессии, алгоритма FALCON.

Ключевые слова: математическая модель, компьютерная игра, параметры управления, алгоритмы выбора, сценарный анализ, логический вывод, опыт и гибридный подход; сценарии; деревья классификации и регрессии; алгоритм FALCON.

The paper deals with the research and development of computer games using neural networks. A mathematical model of the algorithm for selecting a weapon by a bot in a shooter computer game using scenario analysis is proposed. The model approximates the behavior of the artificial intellect (AI) to human in situations involving choosing the means of defeat and predicting the movements of the enemy, which allows the player to obtain high quality game experience. The developed toolkit is focused on the further development and optimization of the game process, aimed at improving interactivity and degree of realism in computer games. The design decisions concerning the developed model are given; the generalization of the work performed and the results obtained, the prospects for further study of AI using neural networks are determined. The mathematical model built in the given work allows one to determine the control parameters, and with them the strategies that regulate the level of complexity of the game and allow the player to win in case of the right choice of his own strategy. Several approaches to solving the problem are analyzed, namely, the once involving logical conclusion, experience and hybrid approaches; scripts; classification and regression trees; FALCON algorithm.

Key words: mathematical model, computer game, control parameters, choice algorithms, scenario analysis, logical conclusion, experience and hybrid approach; scripts; classification and regression trees; FALCON algorithm.

Д. Д. ТАТАРЧУК, Ю. В. ДІДЕНКО, А. П. ПОПРАВКА, К. С. БРАГЕ

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ ФІЛЬТРІВ НВЧ НА ОСНОВІ ТОНКИХ ДІЕЛЕКТРИЧНИХ РЕЗОНАТОРІВ ТА МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ЇХ ПАРАМЕТРІВ

Розглянуто основні принципи створення фільтрів надвисоких частот на основі тонких діелектричних резонаторів. Наведено варіанти конструкцій фільтрів НВЧ. Приведено математичну модель розрахунку резонансної частоти фільтру, граничні умови та метод їх розрахунку. Описано методику вимірювання параметрів фільтрів і наведено результати теоретичних та експериментальних досліджень обраних конструкцій. Проведено аналіз отриманих результатів: порівняно розраховані та виміряні результати, розглянуто методи вимірювання параметрів діелектричних матеріалів на основі тонких резонаторів, проведено дослідження матеріалів одним із методів.

Ключові слова: тонкий діелектричний резонатор, методи вимірювання, фільтр, діелектрик, надвисокі частоти, параметри матеріалів.

Рассмотрены основные принципы создания фильтров СВЧ на основе тонких диэлектрических резонаторов. Показаны примеры их конструкций. Приведены математическая модель расчета резонансных частот фильтров, граничные условия и методы их расчета. Описана методика измерения параметров и приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований выбранных конструкций фильтров. Проведен анализ полученных результатов: рассмотрены методы измерения параметров диэлектрических материалов на основе тонких диэлектрических резонаторов, проведено сравнение рассчитанных и измеренных результатов, описано исследование материалов одним из методов измерения параметров тонких диэлектрических резонаторов.

Ключевые слова: тонкий диэлектрический резонатор, методы измерения, фильтр СВЧ, диэлектрик, сверхвысокие частоты, параметры материалов.

In the article the basic principles of creating microwave filters based on thin dielectric resonators are considered. Examples of designs of microwave filters are given. The mathematical model of the filter, the boundary conditions and the method for calculating the filter are given. A technique for measuring parameters is described and the results of theoretical and experimental studies of selected filter designs are presented. The results obtained are analyzed by comparing the computed results with the measured ones. Also in the article methods of measuring the parameters of dielectric materials on the basis of thin dielectric resonators are considered, and materials are investigated by one of the methods.

Key words: thin dielectric resonator, measurement methods, microwave filter, dielectric, ultrahigh frequencies, material parameters.

УДК 517 (07)

В. В. ТКАЧЕНКО

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ МНОГОСЛОЙНЫХ ПЛАСТИН С ОТВЕРСТИЯМИ

Предложен численно-аналитический метод исследования многослойных пластин с отверстиями сложной формы. Создано программное обеспечение в рамках системы ПОЛЕ-RL, которое было использовано для исследования прямоугольной трехслойной пластины с крестообразным отверстием. Рассмотрены различные виды граничных условий для исследуемой пластины: свободно опертая пластина со свободным отверстием, свободно опертая пластина со свободно опертым отверстием, жестко заземленная пластина со свободно опертым отверстием и жестко заземленная пластина с жестко заземленным отверстием. Изучено влияние размеров отверстия, граничных условий и степени ортотропии на значение критической нагрузки и построены соответствующие зоны динамической устойчивости (неустойчивости) пластин.

Ключевые слова: динамическая устойчивость, многослойные пластины, пластины с отверстиями, критическая нагрузка, зоны динамической неустойчивости, R – функции.

Запропоновано чисельно-аналітичний метод дослідження багатослойних пластин зі складною формою плану. Створено програмне забезпечення в рамках системи ПОЛЕ-RL, що було використано для дослідження прямокутної тришарової пластины з хрестоподібним отвором. Розглянуто різні види граничних умов, такі як вільно оперта пластина з вільним отвором, вільно оперта пластина з вільно опертим отвором, жорстко закріплена пластина з вільно опертим отвором і жорстко закріплена пластина з жорстко закріпленим отвором. Вивчено вплив розмірів отвору, граничних умов і степеня ортотропії на значення критичного навантаження та побудовані відповідні зони динамічної стійкості (нестійкості) пластини.

Ключові слова: динамічна стійкість, багатослойні пластины, пластины з отворами, критичне навантаження, зони динамічної нестійкості, R – функції.

The article proposes a numerically-analytical method for studying laminated plates with a complicated shape of the plan. Due to the application of R-function theory in combination with variational methods the investigation of the motion equation is reduced to studying ordinary differential equation of the Duffing type. The software was created within the framework of the POLE-RL package and tested on the example of a rectangular three-layer plate with a cross-shaped hole. Various types of fastening are considered, such as a free plate with a free hole, a free-standing plate with a free hole, a free-standing plate with a clamped hole, and a clamped plate with a clamped hole. The effect of the hole size, boundary conditions and the degree of orthotropy on the value of the critical load and dynamic stability zones is studied.

Key words: dynamic stability, laminated plates, plates with holes, critical load, zones of dynamic instability, R – functions.

UDC 519.6

N. V. CHEREMSKAYA

DEVELOPING ALGORITHMS OF OPTIMAL FORECASTING AND FILTERING FOR SOME CLASSES OF NONSTATIONARY RANDOM SEQUENCES

The problem of forecasting and filtering non-stationary random sequences is solved in the article. Optimal forecasting and filtering are performed using linear estimates and minimizing the mean squared error. For non-stationary random sequences, even with the correlation functions of the simplest form, such studies were not conducted. In this work, on the examples of non-stationary sequences, the problem of forecasting and filtering is solved explicitly. The correlation function image is obtained using the Hilbert approach, which allows one to calculate correlation functions as scalar products in a corresponding Hilbert space. The solution of the extrapolation problem with particular correlation function considered in the article can be used to simulate filtration and forecasting processes in real systems in the case of non-stationary random signals.

Key words: correlation function, mathematical expectation, forecasting and filtering of nonstationary random sequences and processes, mean square error.

Розв'язується задача прогнозу і фільтрації нестационарних випадкових послідовностей. Оптимальні прогноз і фільтрація здійснюються за допомогою лінійних оцінок та мінімізації середньої квадратичної помилки. Для нестационарних випадкових послідовностей, навіть з кореляційними функціями найпростішого вигляду, такі дослідження не проводились. У цій роботі на прикладах нестационарних послідовностей задача прогнозу та фільтрації вирішується явно. Для отримання зображень кореляційних функцій використовується гільбертів підхід, який дозволяє обчислювати кореляційні функції як скалярні добутки у відповідному гільбертовому просторі. Розв'язок екстраполяційної задачі з частковими видами кореляційної функції, який було розглянуто в статті, може бути використаний для моделювання процесів фільтрації та прогнозу в реальних системах у випадку нестационарних випадкових сигналів.

Ключові слова: кореляційна функція, математичне очікування, прогноз та фільтрація нестационарних випадкових послідовностей і процесів, середня квадратична помилка.

Решается задача прогноза и фильтрации нестационарных случайных последовательностей. Оптимальные прогноз и фильтрация осуществляются с помощью линейных оценок и минимизации средней квадратичной ошибки. Для нестационарных случайных последовательностей, даже с корреляционными функциями простейшего вида, такие исследования не проводились. В этой работе на примерах нестационарных последовательностей задача прогноза и фильтрации решается явно. Для получения представлений корреляционных функций используется гильбертов подход, позволяющий вычислять корреляционные функции как скалярные произведения в соответствующем гильбертовом пространстве. Решение экстраполяционной задачи с частными видами корреляционной функции, рассмотренное в статье может быть использовано для моделирования процессов фильтрации и прогноза в реальных системах в случае нестационарных случайных сигналов.

Ключевые слова: корреляционная функция, математическое ожидание, прогноз и фильтрация нестационарных случайных последовательностей и процессов, средняя квадратическая ошибка.