Облікова картка НДДКР

Державний обліковий номер: 0214U007984

Державний реєстраційний номер: 0112U001062

Відкрита

Дата реєстрації: 19-01-2015

1. Етапи виконання

Номер етапу: 1

Назва етапу: Якісна поведінка розв'язків дисипативних еволюційних рівнянь з частковими похідними складеного типу

Початок етапу: 01-2012

Закінчення етапу: 12-2014

Вид звітного документа: Остаточний звіт

2. Виконавець

Назва організації: Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Код ЄДРПОУ/ІПН: 02071205

Підпорядкованість: Міністерство освіти і науки України

Адреса: Україна, 61022, м. Харків, майдан Свободи,4

Телефон: 705 12 54

Телефон: 705 12 61

E-mail: univer@karazin.ua

WWW: www.univer.kharkov.ua

Інше:

3. Власник результатів НДДКР (продукції)

Назва організації: Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Код ЄДРПОУ/ІПН: 02071205

Адреса: майдан Свободи, 4, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61022, Україна

Підпорядкованість: Міністерство освіти і науки України

Телефон: 380577051247

E-mail: univer@karazin.ua

E-mail: rector@karazin.ua

WWW: http://www.univer.kharkov.ua/

4. Джерела та напрями фінансування

Підстава для проведення робіт: 34 - договір (замовлення) з центральним органом виконавчої влади, академією наук (головними розпорядниками бюджетних коштів на проведення НДДКР)

КПКВК: 2201020

Напрям фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

Джерело фінансування: 7713 - кошти держбюджету

Фактичний обсяг фінансування за звітний етап: 285 тис. грн.

5. Науково-технічна робота

Назва роботи (укр)

Якісна поведінка розв'язків дисипативних еволюційних рівнянь з частковими похідними складеного типу

Назва роботи (англ)

Qualitative behavior of solutions to dissipative evolution coupled partial differential equations

Реферат (укр)

Об'єктами дослідження НДР є початково-крайові задачі для наступних систем: зв'язаних нелінійних стохастичних рівнянь; моделей, що описують коливання зв'язаних систем "нелінійна пластинка + рідина" (для випадків тільки поперечних коливань пластинки та сумісних поперечних та продольних коливань пластинки); квазілінійного рівняння Кірхгоффа з нелінійною диссипацією; системи Шредінгера-Бусінеска. Мета роботи - вивчити явища синхронізації для зв'язаних нелінійних стохастинчих рівнянь на основі поняття інерціального многовиду; довести коректну розв'язність систем, що описують сумісні коливання пластинки та рідини та вивчити асимптотичну поведінку цих систем; вивчити коректну розв'язність та асимптотичну поведінку, дослідити структуру атрактору для квазілінійного рівняння Кірхгоффа та системи Шредінгера-Бусінеска. Дослідження проведено в рамках теорії динамічних систем. На першому етапі була доведена коректна розв'язність початково-крайової задачі для квазілінійного рівняння Кірхгоффа з нелінійною дисипацією для початкових даних із відповідного функціонального простору, отримані відповідні апріорні оцінки та доведена енергетична рівність. Було доведено існування компактного глобального атрактору для цієї моделі, у випадку надкритичної нелінійності - в "посилених" фазових просторах. У субкритичному випадку цей результат було поліпшено: встановлено властивість збіжності по відношенню до сильної топології фазового (енергетичного) простору. Крім того, в цьому випадку доведено існування фрактального експоненціального атрактору і отримано умови для існування скінченої множини визначальних функціоналів. На другому етапі була вивчена динаміка ряду зв'язаних систем "пластинка + рідина". Перша система складається з тривимірної системи рівнянь Нав'є-Стокса, яка лінеарізована навколо певного типу потоку Пуазейля у необмеженій області, та класичного (можливо нелінійного) рівняння для пружної пластини з поперечним зміщенням на пружній плоскій частині краю. Було доведено, що ця проблема породжує еволюційну півгрупу на відповідному фазовому просторі і встановлено існування компактного скінченновимірного глобального атрактору для цієї півгрупи. Також було доведено, що ця півгрупа є експоненціально стійкою C0 - півгрупою лінійних операторів у повністю лінійному випадку. Оскільки у цій системі не передбачалося жодного типу механічного демпфірування, це означає, що розсіювання енергії в потоці рідини, яке відбувається через в'язкість, достатньо, щоб стабілізувати систему. Аналогічні результати було отримано для зв'язаної системи в обмеженій області, що складається з лінеаризованих рівнянь Нав'є-Стокса і класичного нелінійного еластичного рівняння пластини для поперечного переміщення на пружній плоскій частині краю. У цьому випадку результати виявилися вірними при більш слабких умовах на систему.. Також була розглянута більш загальна задача про коректність і асимптотичну поведінку зв'язаної системи, що складається з лінеаризованих тривимірних рівнянь Нав'є-Стокса в обмеженій області, та класичного нелінійного повного рівняння фон Кармана пологої оболонки, що описує як поперечні, так і бічні переміщення на пружній частині краю. Крім цього, було взято до уваги інерцію обертання елементів оболонки. Показано, що ця система рівнянь має глобальний розв'язок та породжує динамічну систему у відповідному фазовому просторі. Також було доведено існування компактного глобального атрактору для цієї динамічної системи у разі наявності дисипативного доданку в поперечній компоненті та спеціальній структурі зовнішніх сил. На третьому етапі досліджувалися система Шредінгера-Бусінеска та система зв'язаних нелінійних стохастичних рівнянь. Для системи Шредінгера-Бусінеска будо доведено коректну розв'язність у відповідних функціональних просторах та вивчені умови на нелінійність, за яких система має компактний глобальний атрактор. Також було доведено принцип редукції (до рівняння Бусінеска) у випадку спеціальної структури зовнішніх сил. Для системи зв'язаних нелінійних стохастичних рівнянь були встановлені умови на оператори, що входять до рівнянь, та

випадкові доданки (типу "білий шум"), за яких система є коректно розв'язною та асимптотично синхронізується. Був побудований відповідний випадковий многовид, що описує характер синхронізації. Також були визначені додаткові умови на випадкові доданки, за яких система синхронізується експоненціально швидко. Метод дослідження теоретичні побудови. Робота носить теоретичний характер. Її результати можуть знайти застосування при прогнозуванні довгочасної поведінки різноманітних вібраційних машин. Розвинуті методи можуть бути використані для дослідження інших систем зв'язаних рівнянь.

Реферат (англ)

Objects of the research are initial-boundary value problems for the following systems: coupled nonlinear stochastic equations; models describing oscillations of coupled systems "nonlinear plate + fluid" (for the cases of transversal oscillations of the plate only and for simultaneous transversal and in-plane oscillations of the plate); quasilinear Kirchhoff equation with nonlinear damping; Schr?dinger-Boussinesq system. A goal of the work is to study synchronization phenomena for coupled nonlinear stochastic equations using inertial manifolds; to prove well-posedness of systems, describing coupled oscillations of plate and fluid and to study asymptotical behaviour of these systems; to investigate well-posedness and asymptotical behaviour, to study attractor structure for quasilinear Kirchhoff equation and Schr?dinger-Boussinesq system. The research is performed in framework of dynamical systems theory. At the first stage well-posedness of initial-boundary value problem for quasilinear Kirchhoff equation with nonlinear dissipation was proved for initial data from appropriate functional space, a-priory bounds where obtained and energy equality was proved. Also for this model existence of compact global attractor was established (in "stronger" phase space in the supercritical case). In subcritical case the result was improved: it was proved that trajectories tend to attractor with respect to energy space topology. Moreover, in this case existence of fractal exponential attractor was proved and conditions of existence of finite set of determining functionals were obtained. At the second stage dynamics of several coupled systems "plate + fluid" was investigated. The first system consists of 3D Navier-Stocks equations linearized near Poiseulle flow in an unbounded domain and classical (possibly nonlinear) elastic plate equation for transversal displacement at the elastic part of the boundary. It was proved that this problem generates evolution semigroup at the corresponding phase space and compact finite-dimensional global attractor exists for the semigroup. It was also proved that the semigroup is exponentially stable C0 semigroup of linear operators in the purely linear case. Since no mechanical damping was accounted for in the system, this means energy dissipation due to viscosity in the fluid flow is sufficient for stabilization of the entire system. Similar results were obtained for the coupled system in bounded domain, that consists of linearized Navier-Stocks equations and classical nonlinear elastic plate equation for transversal displacement at the elastic flat part of the boundary. In this case the results have place under weaker assumptions about the system. Also we considered the problem of well-posedness and asymptotical behaviour of the coupled system consisting of linearized 3D Navier-Stocks equations and classical nonlinear full von Karman equation for shallow shell, that describes both transversal and in-plane displacement on the elastic part of the boundary. Rotational inertia of the filaments of the shell was accounted for. It was proved, that the equation system has global solution and generates a dynamical system in the corresponding phase space. Also existence of a compact global attractor for the dynamical system was proved for the case of dissipative term included in the transversal displacement equation and under certain structure of external loads. At the third stage Schr?dinger-Boussinesq system and coupled nonlinear stochastic system were considered. Well-posedness of Schr?dinger-Boussinesq system was proved in the corresponding phase spaces and conditions on nonlinear term under which a compact global attractor exists were established. In the case of certain structure of external loads the reduction principle (to the Boussinesq equation) was proved. For the coupled nonlinear stochastic system conditions on equation operators and stochastic terms under which the system is well-posed and asymptotical synchronization has place were established. The corresponding random manifold which describes synchronization character was constructed. Also additional requirements were established under which the system synchronizes exponentially quickly. The methods of the research are theoretical considerations. The research is of theoretical nature. Its results can be applied for prediciton of long time behaviour of various vibration machines. The methods developed in the research can be used for investigation of the other systems of coupled equations.

Індекс УДК: 517.95, 517.93

Коди тематичних рубрик НТІ: 27.31

6. Науково-технічна продукція (НТП)

НТП 1

Назва продукції (укр): Методи дослідження якісної поведінки розв'язків дисипативних еволюційних рівнянь з

частковими похідними складеного типу.

Назва продукції (англ): Methods of investigation of qualitative behaviour of solutions to dissipative evolution partial differential equations of coupled type.

Очікувані результати:

Галузь застосування: 73.10 - Дослідження та розробки в галузі природничих та технічних наук

Опис продукції (укр): В роботі розроблені нові методи вивчення асимптотичної поведінки зв'язаних систем математичної фізики для таких задач: система зв'язаних нелінійних стохастичних рівнянь, системи "нелінійна пластинка + рідина" (для поперечних коливань (як для обмеженої, так і для необмеженої області, яку займає рідина) та коливань в довільному напрямку); система Шредінгера-Бусінеска; квазілінійне рівняння Кірхгоффа з нелінійною дисипацією.

Соціально-економічна спрямованість НТП:

Стадія завершеності НТП: Звіт по НДДКР

Впровадження НТП: Впроваджено

Строки впровадження: 2012-2014

Виробник продукції: Харківський національний університет імені В.Н.Каразіна, ММФ

Споживачі продукції: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, ФТІНТ НАН України

Перспективні ринки: науково-дослідні та науково-конструкторські інститути різних країн.

Права інтелектуальної власності: За договорами

Форми та умови передачі продукції: Спільні НДДКР

7. Бібліографічний опис

8. Звітна документація

Кількість сторінок в звіті: 46

Мова звіту: Українська

Кількість файлів у звіті: 1

9. Заключні відомості

Перелік осіб-виконавців

Болтоносов О.І.

Колбасін С.О.

Рибалко В.О.

Рижкова-Герасимова І.А.

Чуєшов І.Д.

Щербина М.В.

Щербина О.С.

Керівник організації:

Катрич Віктор Олександрович

Керівники роботи:

Чуєшов Ігор Дмитрович

Керівник відділу реєстрації наукової діяльності УкрІНТЕІ

Юрченко Т.А.