Облікова картка НДДКР

Державний обліковий номер: 0221U102176

Державний реєстраційний номер: 0116U003101

Відкрита

Дата реєстрації: 28-01-2021

1. Етапи виконання

Номер етапу: 1

Назва етапу: Математичні проблеми динаміки, стабілізації та оптимізації складних механічних систем

Початок етапу: 01-2016

Закінчення етапу: 12-2020

Вид звітного документа: Остаточний звіт

2. Виконавець

Назва організації: Інститут математики Національної академії наук України

Код ЄДРПОУ/ІПН: 05417207

Підпорядкованість: Національна академія наук України

Адреса: вул. Терещенківська, буд. 3, м. Київ, Київська обл., 01601, Україна

Телефон: 380979654090

Телефон: 380442346276

E-mail: antoniouk.a@gmail.com

WWW: https://www.imath.kiev.ua

3. Власник результатів НДДКР (продукції)

Назва організації: Інститут математики Національної академії наук України

Код ЄДРПОУ/ІПН: 05417207

Адреса: вул. Терещенківська, буд. 3, м. Київ, Київська обл., 01601, Україна

Підпорядкованість: Національна академія наук України

Телефон: 380979654090

Телефон: 380442346276

E-mail: antoniouk.a@gmail.com

WWW: https://www.imath.kiev.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: 6541030

Напрям фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

Джерело фінансування: 7713 - кошти держбюджету

Фактичний обсяг фінансування за звітний етап: 5419.768 тис. грн.

5. Науково-технічна робота

Назва роботи (укр)

Математичні проблеми динаміки, стабілізації та оптимізації складних механічних систем

Назва роботи (англ)

Mathematical problems of the dynamics, stabilisation and optimisation of complex mechanical systems

Реферат (укр)

Об'єкт дослідження – динаміка та стійкість складних механічних систем "тіло - рідина з вільною поверхнею" та відповідні некласичні крайові задачі, диференціальні та різницеві системи рівнянь, математичні моделі систем керування. Мета роботи – побудова математичних моделей механічних систем, які мають резервуари з рідиною, пружні елементи, перебувають під вібраційним, інерційним тощо навантаженням; розробка аналітичних і чисельних методів розв'язування некласичних крайових задач; розробка методів аналізу стійкості, робастної стабілізації та оптимізації складних систем керування. Методи дослідження - варіаційні, асимптотичні, спектральні лінійної алгебри, функцій Ляпунова теорії стійкості, операторні та ін. Основними результатами є: досліджено крайові задачі для областей з наперед невизначеною межею; показано, що знаходження їх розв'язків еквівалентно визначенню стаціонарних точок спеціального типу функціоналів; запропоновано наближено-аналітичний метод побудови розв'язків; побудовано методи редукції задач динаміки рідини до математичних моделей у формі систем нелінійних звичайних диференціальних рівнянь (практично важливі випадки - баки охолоджувачів ядерних реакторів, ракетно-космічних систем, біореактори із вирощування протеїну); запропоновано методи дослідження динаміки рідини в конічних порожнинами; знайдено усталені режими руху гідромеханічної системи, досліджено їхню стійкість; розвинуто методи оцінки якості, робастної стабілізації та оптимізації систем керування; розв'язано задачі синтезу неперервних та дискретних систем керування на основі статичних та динамічних регуляторів, які понижують та мінімізують зважений рівень гасіння зовнішніх збурень; на основі методу Рітца розв'язано спектральні крайові задачі з умовами спряження; запропоновано алгоритм розрахунку вільних коливань довільних оболонок обертання, частково заповнених рідиною, коли оболонка знаходиться під дією розривного навантаження.

Реферат (англ)

The object of research is dynamics and stability of complex mechanical systems "body - liquid with a free surface" and the corresponding non-classical boundary problems, differential and difference systems of equations, mathematical models of control systems. The purpose is to construct mathematical models of mechanical systems that have reservoirs with liquid, elastic elements, are under vibration, inertial, etc. loads; development of analytical and numerical methods for solving non-classical boundary problems; analysis of stability, robust stabilization and optimization of complex control systems. Research methods - variational, asymptotic, spectral linear algebra, Lyapunov functions of stability theory, operator, etc. The main results are: boundary problems with a free surface; it is shown that finding their solutions is equivalent to determining stationary points of special type functionals; an approximate-analytical method for constructing the solution is proposed; methods for reducing the fluid problems to mathematical models in the form of systems of nonlinear ordinary differential equations are constructed (important cases - tanks of nuclear reactors, rocket and space systems, bioreactors for protein cultivation); methods for studying the fluid dynamics in conical cavities are proposed; the established motions of the hydromechanical system are found, their stability is investigated; methods of quality assessment, robust stabilization and optimization of control systems are developed; solved the problem of synthesis of continuous and discrete control systems based on static and dynamic regulators, which reduce and minimize the weighted level of extinguishing external disturbances; based on the Ritz method, spectral boundary value problems with transmission conditions are solved; an algorithm for calculating free oscillations of shells of rotation, partially filled with liquid, when the shell is under the action of a tensile load, is proposed.

Індекс УДК: 517.958:532.5, 517.2: 512.643: 532.595

Коди тематичних рубрик НТІ: 27.35.21

6. Науково-технічна продукція (НТП)

НТП 1

Назва продукції (укр): Математичні проблеми динаміки, стабілізації та оптимізації складних механічних систем

Назва продукції (англ): Mathematical problems of the dynamics, stabilisation and optimisation of complex mechanical systems

Очікувані результати: Методи, теорії

Галузь застосування: математика, механіка

Опис продукції (укр): Разрублено методи розв'язування математичних проблем динаміки,стабілізації та оптимізації складних механічних систем

Соціально-економічна спрямованість НТП: нові теорії

Стадія завершеності НТП: Ідея, концепція

Впровадження НТП: Не впроваджено

Строки впровадження:

Виробник продукції: ІМ НАН України

Споживачі продукції:

Перспективні ринки:

Права інтелектуальної власності: фундаментальні дослідження

Форми та умови передачі продукції: фундаментальні дослідження

7. Бібліографічний опис

Мазко А.Г. Робастная устойчивость и стабилизация динамических систем. Методы матричных и конусных неравенств. Київ: Ін-т математики НАН України, 2016. Vol. 102. ISBN: 978-966-02-7839-4. 332 pp.

Луковський, Солодун О.В., Тимоха О.М. Математичні проблеми нелінійної динаміки конічних резервуарів з рідиною. Київ: Наукова думка, 2019. ISBN: 9789660016810. 224 pp.

Raynovskyy I. A., Timokha A. N. Sloshing in upright circular containers: Theory, analytical solutions, and applications. CRC Press/Taylor & Fransis Group, 2020. ISBN: ISBN 9780367362898, eISBN 9780429356711. 170 pp.

Timokha A. N. Analytically approximate natural sloshing modes and frequencies for an upright circular container with poles // Journal of Engineering Mathematics. 2016. Vol. 101, no. 1. P. 47–54.

Faltinsen O. M., Timokha A. N. Undamped eigenperiods of a sea-based monotower // Applied Mathematical Modelling. 2016. Vol. 40. P. 8217–8243.

Faltinsen O. M., Lukovsky I. A., Timokha A. N. Resonant sloshing in an upright annular tank // Journal of Fluid Mechanics. 2016. Vol. 804. P. 608–645.

Raynovskyy I. A., Timokha A. N. Resonant liquid sloshing in an upright circular tank performing a periodic motion // Journal of Numerical & Applied Mathematics. 2016. Vol. 122, no. 2. P. 71–82.

Mazko A. G., Kusii S. N. Robust stabilization and evaluation of the weighted suppression of disturbances in control systems // Journal of Automation and Information Sciences. 2016. Vol. 48, no. 11. P. 54–67.

Trotsenko Y. V. Determination of the Frequencies and Modes of Natural Oscillations of Liquids in Composed Vessels // J. Math. Sci. 2016. Vol. 48, no. 11. P. 54–67.

Timokha A. N. Bateman-Luke variational formalism in sloshing with rotational flows // Доповіді Національної Академії Наук України. 2016. Vol. 13, no. 3. P. 266–280.

Timokha A. N. Resonant sloshing in a square-base tank due to an angular-and- horizontal periodic forcing // Збірник праць Інституту математики НАНУ. 2016. no. 4. P. 30–34.

Мазко А.Г., Кусий С.Н. Робастная стабилизация и оценка взвешенного подавления возмущений в системах управления // Проблемы управления и информатики. 2016. Vol. 13, no. 3. P. 129–145.

Мазко А.Г., Кусий С.Н. Робастна стабілізація та гасіння зовнішніх збурень у системах з керованими і спостережуваними виходами // Збірник праць Ін-ту математики НАН України. 2016. no. 6. P. 72–82.

Луковський І.О., Стороженко В.О. Про дослідження з теорії інерціальної навігації і суміжних питань в Інституті математики НАН України // Збірник праць Ін-ту математики НАН України. 2016. Vol. 13, no. 3. P. 355–371.

Луковський І.О., Пустовойтов М.О. Формування нових ідей в галузі небесної механіки в Інституті математики НАН України (1920-1939) // Збірник праць Ін-ту математики НАН України. 2016. Vol. 13, no. 3. P. 314–354.

Солодун О.В. Про внутрішні резонанси коливань рідини у рухомих співосних резервуарах конічної форми // Збірник праць Ін-ту математики НАН України. 2016. Vol. 13, no. 3. P. 218–229.

Faltinsen O. M., Timokha A. N. Resonant three-dimensional nonlinear sloshing in a square base basin. Part 4. Oblique forcing and linear viscous damping // Journal of Fluid Mechanics. 2017. Vol. 822. P. 139–169.

Lukovsky I. A., Timokha A. N. Multimodal method in sloshing // Journal of Mathematical Sciences. 2017. Vol. 220, no. 3. P. 239–253.

Chernova M. O., Lukovsky I. A., Timokha A. N. Differential and variational formalism for acoustically-levitating drops // Journal of Mathematical Sciences. 2017. Vol. 220, no. 3. P. 359–375.

Mazko A. G. Robust Output Feedback Stabilization and Optimization of Nonlinear Systems // Nonlinear Dynamics and Systems Theory. 2017. Vol. 17, no. 1. P. 42–59.

Mazko A. G., Kusii S. N. Stabilization by a measurable output and estimation of the level of attenuation for perturbations in control system // Journal of Mathematical Sciences. 2017. Vol. 220, no. 3. P. 318–333.

Mazko A. G., Kusii S. N. Output stabilization and weighted suppression of disturbances in discrete-time control systems // Journal of Automation and Information Sciences. 2017. no. 11. P. 53–70.

Trotsenko V. A., Trotsenko Y. V. Nonaxisymmetric vibrations of a shell of revolution partially filled with liquid // Journal of Mathematical Sciences. 2017. Vol. 220, no. 3. P. 341–358.

Trotsenko Y. V. On the construction of coordinate functions for the Ritz method in the numerical analysis of non axially symmetric eigenoscillations of a dome-shaped shell of revolution // Journal of Mathematical Sciences. 2017. Vol. 220, no. 4. P. 514–532.

Onishchenko S. M. Optimal stabilisation of the earth artificial satelite with redundant fly-wheels under uncertain conditions // Journal of Automation and Information Sciences. 2017. Vol. 49, no. 2. P. 1–15.

Barnyak M. Y. Solutions of the Laplace equation satisfying the condition of impermeability on a spherical segment // Journal of Mathematical Sciences. 2017. Vol. 220, no. 3. P. 254–264.

Raynovskyy I. A., Timokha A. N. The damped sloshing in an upright circular tank due to an orbital forcing // Доповіді НАН України. 2017. no. 10. P. 48–53.

Raynovskyy I. A., Timokha A. N. Damped resonant steady-state sloshing in an upright circular tank // Зб. праць Ін-ту математики НАН України. 2017. Vol. 14, no. 2. P. 180–204.

Timokha A. N. Coupling of a swirl-type resonant sloshing and a mean rotational flow // Зб. праць Ін-ту математики НАН України. 2017. Vol. 14, no. 2. P. 205– 219.

Мазко А.Г., Кусий С.Н. Стабилизация по выходу и взвешенное подавление возмущений в дискретных системах управления // Проблемы управления и информатики. 2017. no. 6. P. 78–93.

Мазко О.Г., Кусій С.М. Динамічні регулятори у дискретних системах з керованими і спостережуваними виходами // Зб. праць Ін-ту математики НАН України. 2017. Vol. 14, no. 2. P. 88–109.

Солодун О.В. Узагальнена нелінійна модальна модель третього порядку малості коливань рідини в соосних конічних резервуарах // Зб. праць Ін-ту мате- матики НАН України. 2017. Vol. 14, no. 2. P. 133–149.

Троценко Ю.В. Вільні коливання циліндричної оболонки змінної товщини // Зб. праць Ін-ту математики НАН України. 2017. Vol. 14, no. 2. P. 163–171.

Луковський І.О. Просторовий рух пружного резервуара, цілком заповненого ідеальною нестисливою рідиною // Збірник праць Ін-ту математики НАН Укра- їни. 2017. Vol. 14, no. 2. P. 71–87.

Самойленко А.М., Луковський І.О., Макаров В.Л. et al. Олександр Іванович Степанець (до 75-річчя від дня народження) // Український математичний журнал. 2017. Vol. 69, no. 5. P. 579–581.

Raynovskyy I. A., Timokha A. N. Damped steady-state resonant sloshing in a circular base container // Fluid Dynamics Research. 2018. Vol. 50, no. paper ID 045502. 27 pp.

Raynovskyy I. A., Timokha A. N. Steady-state resonant sloshing in an upright cylindrical container performing a circular orbital motion // Mathematical Problems in Engineering. 2018. no. Article ID 5487178. 8 pp.

Timokha A. N., Raynovskyy I. A. Resonant steady-state sloshing in upright tanks: effect of three-dimensional excitations and viscosity // Proceedings of ASME (OMAE-2018). 2018. Vol. 9, no. Paper Number OMAE2018-77534. 10 p.

Lukovs'kyi I. A. Variational method for the solution of nonlinear boundary-value problems of the dynamics of bounded volumes of liquid with variable boundaries // Ukrainian Mathematical Journal. 2018. Vol. 70, no. 1. P. 67–78.

Mazko A. G. Output Feedback Stabilization and Optimization of Discrete-Time Control Systems // Nonlinear Dynamics and Systems Theory. 2018. Vol. 18, no. 1. P. 92–106.

Kusii S. M. Stabilization and Attenuation of Bounded Perturbations in Discrete Control Systems // Journal of Mathematical Sciences. 2018. Vol. 231. P. 745–759.

Trotsenko Y. V. Vibrations of elastic shells of revolution partially filled with ideal liquid // Journal of Mathematical Sciences. 2018. no. 229(4). P. 470–486.

Timokha A. N. Prandtl steady rotary current in an upright cylindrical tank // Доповіді НАН України. 2018. no. 8. P. 45–51.

Tkachenko E. M., Timokha A. N. Analytical approximate capillary surfaces // Збірник праць Інституту математики НАНУ. 2018. Vol. 15, no. 1. P. 231–245.

Мазко О.Г. Оцінка зваженого рівня гасіння обмежених збурень у дескрипторних системах // Укр. мат. журн. 2018. Vol. 70, no. 11. P. 1541–1552.

Мазко О.Г., Кусій С.М. Зважене гасіння обмежених збурень в системі керування літака в режимі посадки // Збірник праць Інституту математики НАНУ. 2018. Vol. 15, no. 1. P. 88–99.

Мазко О.Г., Котов Т.О. Стабілізація та гасіння обмежених збурень у дескрипторних системах керування // Збірник праць Інституту математики НАНУ. 2018. Vol. 15, no. 1. P. 65–87.

Троценко Ю.В. Свободные колебания произвольных оболочек вращения переменной толщины // Збірник праць Інституту математики НАНУ. 2018. Vol. 15, no. 1. P. 217–230.

Солодун О.В. Собственные колебания жидкости в усеченных соосных конических баках // Збірник праць Інституту математики НАНУ. 2018. Vol. 15, no. 1. P. 180–205.

Луковський І.О., Мазко О.Г., Тимоха О.М. Дослідження з математичних проблем механіки в Інститут математики НАН України // Збірник праць Інституту математики НАНУ. 2018. Vol. 15, no. 1. P. 247–283.

Faltinsen O. M., Timokha A. N. An inviscid analysis of the Prandtl azimuthal mass- transport during swirl-type sloshing // Journal of Fluid Mechanics. 2019. no. 865. P. 884–903.

Timokha A. M. Nonlinear boundary-layer problems and laminar vortical stream generated by resonant sloshing in a circular-base tank // Journal of Mathematical Sciences. 2019. Vol. 240, no. 3. P. 358–373.

Lukovs'kyi I. O. On the force interaction in problems of dynamics of elastic reservoirs partially filled with liquid // Journal of Mathematical Sciences. 2019. Vol. 240. P. 276–288.

Tkachenko E., Timokha A. On acoustic equilibria // Journal of Numerical and Applied Mathematics. 2019. no. 1 (130). P. 99–109.

Mazko A. G. Evaluation of the weighted level of damping of bounded disturbances in descriptor systems // Ukrainian Mathematical Journal. 2019. Vol. 70, no. 11. P. 1777–1790.

Троценко Ю.В. Свободные колебания произвольных оболочек вращения переменной толщины // Зб. праць Ін-ту математики НАН України. 2019. Vol. 15, no. 1. P. 217–230.

Солодун О.В. Собственные колебания жидкости в усеченных соосных конических баках // Зб. праць Ін-ту математики НАН України. 2019. Vol. 15, no. 1. P. 180–205.

Timokha A. N. Lukovsky's formulas for hydrodynamic force and moment due to sloshing in an upright circular tank // Збірник праць Інституту математики НАНУ. 2019. Vol. 16, no. 2. P. 188–208.

Мазко О.Г., Котов Т.О. Робастна стабілізація і зважене гасіння обмежених збурень у дескрипторних системах керування // Укр. мат. журн. 2019. Vol. 71, no. 10. P. 1374–1388.

Мазко О.Г., Котов Т.О. Оцінка впливу і гасіння обмежених збурень у дескрипторних системах керування // Збірник праць Інституту математики НАНУ. 2019. Vol. 16, no. 2. P. 63–84.

Мазко О.Г. Зважена оцінка гасіння обмежених збурень у дискретних дескрипторних системах керування // Збірник праць Інституту математики НАНУ. 2019. Vol. 16, no. 2. P. 85–100.

Троценко Ю.В. Собственные колебания составной оболочки «усеченный конус – цилиндр» // Збірник праць Інституту математики НАНУ. 2019. Vol. 16, no. 2. P. 167–176.

Троценко Ю.В. Применение метода Ритца к определению свободных колебаний сопряженных оболочек вращения // Нелінійні коливання. 2019. Vol. 22, no. 3. P. 406–422.

Солодун А.В. Собственные колебания жидкости в тороидальных баках // Зб. праць Ін-ту математики НАН України. 2019. Vol. 16, no. 2. P. 140–155.

Timokha A. N., Lahodzinskyi O. E. Steady-state sloshing in an orbitally-forced square-base tank // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія фізико-математичні науки. 2019. no. 1. P. 210–213.

Timokha A. N., Tkachenko E. M. Analytical solutions for the capillary curve problems // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія фізико-математичні науки. 2019. no. 1. P. 214–217.

Raynovskyy I. A. Steady-state resonant sloshing in upright cylindrical tank due to elliptical forcing // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія фізико-математичні науки. 2019. no. 1. P. 166–169.

Мазко О.Г. Зважена оцінка і пониження рівня впливу обмежених збурень у дескрипторних системах керування // Укр. мат. журн. 2020. Vol. 72, no. 11. P. 1510–1523.

Faltinsen O. M., Lahodzinskyi O. E., Timokha A. N. Resonant three-dimensional nonlinear sloshing in a square base basin. Part 5. Three-dimensional non-parametric tank forcing // Journal of Fluid Mechanics. 2020. Vol. 894, A9. P. 1–42.

Solodun A. V., Timokha A. N. The Narimanov-Moiseev multimodal analysis of nonlinear sloshing in circular conical tanks // Studies in Systems, Decision and Control. 2020. no. 177. P. 267–309.

Mazko A. G., Kotov T. O. Robust stabilization and weighted damping of bounded disturbances in descriptor control systems // Ukrainian Mathematical Journal. 2020. Vol. 71, no. 10. P. 1572–1589.

8. Звітна документація

Кількість сторінок в звіті: 141

Мова звіту: Українська

Кількість файлів у звіті: 1

9. Заключні відомості

Керівник організації:

Антонюк Олександра Вікторівна (д. ф.-м. н., с.д.)

Керівники роботи:

Луковський Іван Олександрович (д. ф.-м. н., професор, акад.)

Керівник відділу реєстрації наукової діяльності УкрІНТЕІ

Юрченко Т.А.