Облікова картка ДіР

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0216U007057

Державний реєстраційний номер: 0111U001438

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 23-03-2016

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 1

Назва етапу: Дослідження проблем активного та пасивного керування рухом перспективних космічних конструкцій.

Початок етапу: 01.2011

Закінчення етапу: 12.2015

Вид звітного документа: Остаточний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Інститут технічної механіки Національної академії наук України і Державного космічного агентства України

Код за ЄДРПОУ: 05539962

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: (0562) 46-50-46, (0562) 47-34-13

IV. Відомості про співвиконавців ДіР

V. Відомості про замовника ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Національна академія наук України

Код за ЄДРПОУ: 00019270

Місцезнаходження: вул. Володимирська, 54, м. Київ, Київська обл., 01030, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380442396594

VI. Джерела, напрями та обсяги фінансування ДіР

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

Напрям фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК): 6541030

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 5858.4

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Дослідження проблем активного та пасивного керування рухом перспективних космічних конструкцій

Назва роботи англійською:

Investigation of the problems of active and passive motion control of perspective space constructions

Реферат українською:

Об'єкт дослідження - перспективні космічні конструкції різного призначення: космічні апарати, включаючи великогабаритні космічні конструкції; космічні маніпуляційні механізми; системи відведення відпрацьованих космічних апаратів з робочих орбіт. Мета дослідження - розробка та аналіз застосування можливих варіантів синтезу керування рухом перспективних космічних конструкцій, запобігання створенню космічного сміття в навколоземному космічному просторі. Методи: інформаційно-аналітичний, чисельного рішення диференціальних рівнянь, інтерполяції, математичного моделювання, комп'ютерного моделювання, теоретичної механіки. Отримані результати: розроблено математичну модель кутового руху конструкції сонячної космічної електростанції, яка відноситься до класу великих космічних конструкцій. Запропоновано розрахункову схему даного класу нелінійних об'єктів керування, що дозволяє поширити отримані результати на конструкції різних конфігурацій. Синтезовано закон керування орієнтацією електростанції. Запропоновано методики синтезу робастного спостерігача розширеного вектора стану для замкнутого контуру комбінованої системи керування та редукції розмірності регуляторів з використанням частотно-зваженої оптимальної апроксимації Ганкеля. Синтезовано алгоритми керування наведенням елементів конструкції на Сонце і ректенну. Використання спостерігача для вектора стану дозволило розділити модель процесу наведення на дві незалежні підсистеми. Показано, що енерговитрати на керування орієнтацією геостаціонарних електростанцій при орієнтуванні платформи на Землю на порядок менше, ніж на Сонце. Сформульовано актуальні задачі динаміки космічних маніпуляційних систем, серед них задачі управління при виконанні операцій: транспортних; контактних, коли є взаємодія схвата з основою; захоплення об'єкта, що вільно рухається. Розроблено розрахункові схеми, комп'ютерно-орієнтовані та математичні моделі динаміки розглянутих систем, які дозволяють використовувати їх як для вибору проектних параметрів систем, так і дослідження робочих операцій. Виділено клас систем взаємного позиціонування космічного апарату і корисного навантаження. Для даного класу систем розроблено модельну задачу, в якій для аналізу досліджуваних процесів виділені найбільш істотні елементи, що дозволило виявити особливості динаміки розглянутих систем. Для систем з паралельним механізмом розроблено модельну задачу для дослідження коливальних процесів у механізмі з урахуванням рухливості основи в інерціальному просторі. Розроблено критерій ефективності використання систем відведення космічних апаратів з робочих орбіт, придатний для порівняння систем відведення різних типів. Розроблено математичну модель впливу факторів космічного простору на роботу систем відведення. Запропоновано методику оцінювання ефективності систем відведення та проведено оцінку ефективності використання різних типів систем, визначено межі їх застосовності. Проведено аналіз напрямків розвитку методів комп'ютерного моделювання динаміки деформівних твердих тіл і їх програмної реалізації. Виділено ряд перспективних методів розв'язання задач динаміки даного класу систем, зокрема, метод матеріальних точок. При виконанні теми метод матеріальних точок отримав розвиток відносно оцінювання просторових і часових помилок для ряду його варіантів, та методики побудови динамічної розрахункової сітки. Розроблено структуру та модулі розрахункової програми, що реалізує метод, виконано тестові розрахунки, вироблено рекомендації з використання методу в розрахунках динаміки систем розглянутого класу. Запропоновані алгоритми керування, моделі динаміки, методи дослідження та методики визначення параметрів можуть мати важливе значення для розробки перспективних проектів космічної галузі України. Результати досліджень використовувалися в ДП "КБ "Південне" при розробці перспективних варіантів космічних апаратів. Галузь застосування результатів -

механіка великих космічних конструкцій, динаміка космічних маніпуляційних систем, проблема відведення космічних апаратів з робочих орбіт.

Реферат англійською:

Object of study - perspective space construction of various designations: perspective spacecrafts, including large space structures; space manipulation mechanisms; nonoperational spacecrafts removal from working orbits. Work purpose - investigation of dynamics, development and analysis of possible alternative motion control synthesis for perspective space structures, preventing the of space debris generation in near-Earth space. The methods (applied): information-analytical, numerical solution of differential equations, interpolation, mathematical modeling, computer simulation, theoretical mechanics. The mathematical model of angular motion of the space solar electric power station structure, which belongs to a class of large space structures, has been developed. Design model of present class of nonlinear objects control that allows to extend the obtained results in various structure configurations were proposed. Control law of power station angular position have been synthesized. Synthesis methods of the robust advanced state vector observer have been proposed for closed loop control system and to reduction of controllers dimensionality with usage of frequency-weighted Hankel optimal approximation. Control algorithms of construction elements aiming to the Sun and to the rectenna were synthesized. Usage of the observer for state vector allows to split the aiming process model on to independent subsystems. It is shown that energy management for position control of geostationary station platform to the Earth one order less than to the sun. Actual problems of space manipulations systems dynamics are formulated, control problems in operations performance like: payload moving; contact operations, when there is force interaction between end effector and base, capture of free-flight objects, are among them. Design models, computer-oriented and mathematical models of the considered systems dynamics, that can be used for system design parameters choice, along with work operations study, were developed. The spacecraft and payload mutual positioning systems class is highlighted. For this class of systems developed modeling task. In what highlighted the most significant elements for the analysis of the studied processes. It is possible to study the peculiarities of the considered systems dynamics. For systems with parallel mechanism developed a modeling task to study the problem of oscillatory processes in the mechanism subject to mobility base in inertial space. Efficiency criterion for spacecraft removal from working orbits suitable for comparison of various removal system types were developed. Mathematical model of space factors influence to removal systems were developed. Methodic of evaluating of removal systems effectiveness were proposed along with evaluation of different systems types usage and definition of their limits use. The analysis of the computer modeling of deformable solids dynamics trends and their software implementation were hold. A number of perspective methods for solving problems of this systems class dynamics including the methods of material points are identified. The material points method has evolved relatively to the evaluation of spatial and temporal errors for some of its variants, and methods of dynamic computational grid construction, in carrying out these studies. The structure and modules of computational program that implements the method has been developed; test calculations have been performed; recommendations for the usage of the method in the calculation of the dynamics of this class systems have been made. The proposed control algorithms, dynamics model, research methods and methods of the parameters determination can be important for the development of perspective projects of Ukraine space industry. The research results were used in "Yuzhnoye SDO" in the development of perspective spacecraft versions. Field of results application - large space structures mechanics, space manipulation systems dynamics, problems of space debris disposal from working orbits.

Індекс УДК: 629.78;351.814.3, 629.783

Коди тематичних рубрик: 55.49.51.31

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Алпатов Анатолій Петрович

Науковий ступінь:д. т. н.

Вчене звання: професор, член-кор.

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

VIII. Наукова (науково-технічна) продукція (НТП)

Назва НТП українською: Розрахункові схеми та математичні моделі керованого руху перспективних космічних конструкцій. Методики синтезу та алгоритми керування рухом перспективних космічних конструкцій, що враховують особливості їх динаміки. Методики та критерії оцінювання ефективності різних методів відведення відпрацьованих космічних апаратів з робочих орбіт. Методики розрахунку параметрів перспективних методів комп'ютерного моделювання динаміки просторово-розвинених механічних систем.

Назва НТП англійською: Design models and mathematical models of motion control of perspective space constructions. Syntethis techniques and algorithms of motion control of perspective space constructions that take into account the peculiarities of their dynamics. Techniques and measures of evaluation of the effectiveness of different methods of spacecraft removal from working orbits. Techniques of calculation of the advanced methods parameters of computer modeling of the space-developed mechanical systems dynamics.

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати:

Галузь застосування: 35.30.0

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Розроблено розрахункові схеми та математичні моделі динаміки перспективних космічних конструкцій як об'єктів керування, зокрема сонячної космічної електростанції, космічних маніпуляційних систем, перспективних космічних апаратів та систем, що відносяться до класу систем взаємного позиціонування космічного апарата та корисного навантаження. Запропоновано методики синтезу та алгоритми керування орієнтацією перспективних космічних конструкцій. Розроблено методики та критерії ефективності систем відведення відпрацьованих космічних апаратів з робочих орбіт. Запропоновано методики розрахунку параметрів перспективних методів комп'ютерного моделювання динаміки просторово-розвинених механічних систем. Отримані результати досліджень дозволять вирішити проблеми пасивного та активного керування рухом перспективних космічних конструкцій та можуть бути рекомендовані для використання при проведенні прикладних досліджень, спрямованих на створення перспективних великогабаритних космічних конструкцій, перспективних косміч

Соціально-економічна спрямованість НТП:

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Не впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу: 2015

Закінчення етапу:

Споживачі продукції: ДП "КБ "Південне"

Перспективні ринки: підприємства космічної галузі

Характер співробітництва з інвестором

Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:

Права, що надаються інвестору після завершення роботи:

Наявність бізнес-плану:

Техніко-економічне обгрунтування:

Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:

Очікуваний термін окупності (років):

Додаткова інформація:

IX. Бібліографічний опис

1. Алпатов А. П. Динаміка космічних літальних апаратів / А. П. Алпатов // Київ: Наукова думка, 2015. 450 с. 2. А. П. Алпатов, А. Л. Макаров, А. Г. Меланченко, В. С. Хорошилов, С. В. Хорошилов / Гелиоэлектростанции космического базирования: проблемы управления ориентацией и конфигурацией // Перспективы космических исследований Украины. – Киев: Академпериодика. – 2011. -С. 195 – 201. 3. Хорошилов С. В. Управление ориентацией солнечной электростанции космического базирования с использованием наблюдателя для расширенного вектора состояния / С. В. Хорошилов // Техническая механика. – 2011. – №3. -С. 117 – 125. 4. Алпатов А. П. Космические платформы для орбитальных промышленных комплексов: проблемы и перспективы / А. П. Алпатов, В. П. Горбулин // Вісник НАН України. 2013. №12. – С. 26 – 39. 5. Алпатов А. П. Динаміка перспективних космічних апаратів / Вісник Національної академії наук України. – Київ: Видавничий дім "Академперіодика НАН України", 2013. №7. – С. 6 – 17 6. Алпатов А. П. Динаміка перспективних космічних апаратів / А. П. Алпатов // Вісник НАН України. – 2013. – № 7. – С. 6 – 13. 7. Алпатов А. П. Моделирование динамики космических манипуляторов на подвижном основании / А. П. Алпатов, П. А. Белоножко, П. П. Белоножко, С. В. Григорьев, С. В. Тарасов, А. А. Фоков // Робототехника и техническая кибернетика. – №1. – 2013. – С. 61-65 8. Alpatov A. Algorithm for Determination of Force Transmitted by Plume of Ion Thruster to Orbital Object Using Photo Camera / A. Alpatov, F. Cichocki, A. Fokov, S. Khoroshylov, M. Merino, A. Zakrzhevskii // Proceeding of the 66th International Astronautical Congress, Jerusalem, Israel, 2015 – Paper-Nr: IAC-15-A6.5.5-x27732.–9 p. 9. Храмов Д. А. Визуальное моделирование движения космического аппарата / Д. А. Храмов // Техническая механика. – 2015. – № 2. – С. 39–46. 10. Алпатов А. П. Аэродинамические системы увода космических объектов / А. П. Алпатов, А. С. Палий, А. Д. Скорик // Техническая механика. – 2015. – № 4. – С. 126 – 138.

X. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Пилипенко Олег Вікторович
д. т. н., 05.07.05

Перелік осіб-виконавців

Авдєєв А.

Алпатов А.

Артамонов А.

Байдала В.

Бражнікова Г.

Бранзинський В.

Білоножко П.

Волошенюк О.Л.

Візер Т.

Вітушкін А.

Гребьонкін Ф.

Григор'єв С.

Демидов С.

Карапетян А.

Кравченко О.

Лавриненко Н.

Ломакін І.

Мала В.

Манилюк О.

Марченко О.

Маслова А.

Меньков Є.В.

Мозолєв В.

Палій О.

Піроженко О.

Савчук О.

Сазіна Н.

Саричев О.

Стацюра Л.

Сєнькін В.ст. наук. співроб..

Тарасов С.

Тарасов Ю.

Федякіна Н.

Фоков О.

Хорошилов С.

Храмов Д.

Ящук О.

Відповідальний за підготовку облікових документів

Телефон

Реєстратор

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності

