

# Облікова картка ДіР



## I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0224U002731

Державний реєстраційний номер: 0123U100908

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 26-02-2024

## II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 1

**Назва етапу:** Розробка математичних моделей та розвиток аналітично-числових методів розв'язання задач визначення руйнівних навантажень великогабаритних тонкостінних конструкцій сучасної ракетно-космічної техніки, термонапруженого стану тіл з функціонально-градієнтними багатошаровими покриттями та обертання системи пружно зв'язаних твердих тіл у середовищі з опором.

Початок етапу: 01.2023

Закінчення етапу: 12.2023

Вид звітнього документа: Проміжний звіт

## III. Відомості про виконавця ДіР

**Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи):** Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 03534430

**Місцезнаходження:** вул. Наукова, буд. 3-б, м. Львів, Львівська обл., 79060, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Розмір організації:**

**Телефон:** 380322638377, 380322636270

## 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, буд. 54, м. Київ, 01601, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Розмір організації:**

**Телефон:** 380442343243

## 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)

**Напрямок фінансування:** 2.2 - прикладні дослідження і розробки

### Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

**Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК):** 6541230

|                                                           |
|-----------------------------------------------------------|
| <b>Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.):</b> 3600.000 |
|-----------------------------------------------------------|

## **VII. Відомості про ДіР**

### **Назва роботи українською:**

Моделювання та розвиток методів розрахунку раціонального функціонування конструкційних елементів і систем різного цільового призначення за комплексних навантажень

### **Назва роботи англійською:**

Modeling and development of methods for calculating the rational functioning of constructional elements and systems of various purposes under complex loads

### **Реферат українською:**

В процесі виконання першого етапу отримано такі результати: 1. Побудовано математичну модель поведінки замкнутих великогабаритних тонкостінних конструкцій зі складною геометрією за дії внутрішніх рівномірно розподіленого та гідравлічного тисків. 2. Шляхом використання методу скінченних елементів розроблено відповідне забезпечення методики розрахунку таких конструкцій як основи їх комп'ютерних моделей. 3. Розроблено методологію визначення фактичних руйнівних навантажень вказаних конструкцій з урахуванням даних неруйнівних експериментальних випробувань. 4. Досліджено міцність та визначено руйнівні навантаження оболонкових конструкцій складної форми розроблюваної вітчизняної ракетної та ракетно-космічної техніки згідно зданими від ДП «Конструкторське бюро «Південне» ім. М.К. Янгеля». Вироблено рекомендації по використанню вказаної методології зацікавленими установами. 5. Розроблено ефективну методику дослідження термомеханічної поведінки тіл збагатшаровими градієнтними покриттями з використанням математичної моделі, що ґрунтується на моделюванні їх впливу узагальненими крайовими умовами. 6. Встановлено оптимальні за цільовими показниками критерії для створення функціональних матеріалів з метою забезпечення потрібних експлуатаційних показників елементів сучасної техніки, приладів та конструкцій. 7. Розроблено рекомендації для керування технологічними процесами виготовлення виробів з необхідними для експлуатації властивостями. 8. Розроблено рекомендації зі створення нових теплозахисних матеріалів і композитних виробів з регульованою теплопровідністю, термодекоративністю і термоміцністю, а також оптимальних режимів експлуатації виробів за екстремальних теплових і механічних навантажень. 9. Отримано умови асимптотичної стійкості рівномірного обертання пружного твердого тіла.

### **Реферат англійською:**

At the first stage, the following results were obtained: 1. A mathematical model of the behavior of closed large-sized thin-walled structures with complex geometry under the action of internal uniformly distributed and hydraulic pressures was built. 2. By using the method of finite elements, an appropriate support for the calculation methodology of such structures has been developed as the basis of their computer models. 3. The methodology for determining the actual destructive loads of the specified structures, taking into account the data of non-destructive experimental tests, was developed. 4. The strength of the shell structures of the complex shape of the developed domestic rocket and rocket-space technology was studied and the destructive loads were determined in accordance with the documents issued by the State Enterprise "Design Bureau "South" named after M.K. Yangel". Recommendations on the use of the specified methodology by interested institutions have been developed. 5. An effective method of studying the thermomechanical behavior of bodies with multi-layer gradient coatings has been developed using a mathematical model based on the modeling of their influence by generalized boundary conditions. 6. The optimal criteria for the creation of functional materials with the aim of ensuring the necessary performance indicators of elements of modern technology, devices and structures have been established. 7. Recommendations have been developed for managing the manufacturing processes of products with properties necessary for operation. 8. Recommendations for the creation of new heat-shielding materials and composite products with adjustable thermal conductivity, thermal deformability and thermal strength, as well as optimal modes of operation of products under extreme thermal and mechanical loads have been developed. 9. The

conditions of asymptotic stability of uniform rotation of an elastic solid body were obtained.

**Індекс УДК:** 517.958:52/59

**Коди тематичних рубрик:** 27.35

**Керівники роботи**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:** Андрійчук Михайло Іванович

**Науковий ступінь:** д. т. н.

**Вчене звання:** професор

**Ідентифікатор ORCID ID:**

**Додаткова інформація:**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:** Кушнір Роман Михайлович

**Науковий ступінь:** д.ф.-м.н.

**Вчене звання:** академік НАН України

**Ідентифікатор ORCID ID:**

**Додаткова інформація:**

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

**Назва НТП українською:** Розробка математичних моделей та розвиток аналітично-числових методів розв'язання задач визначення руйнівних навантажень великогабаритних тонкостінних конструкцій сучасної ракетно-космічної техніки, термонапруженого стану тіл з функціонально-градієнтними багат шаровими покриттями та обертання системи пружно зв'язаних твердих тіл у середовищі з опором

**Назва НТП англійською:** Development of mathematical models and development of analytical and numerical methods for solving the problems of determining the destructive loads of large-sized thin-walled structures of modern rocket and space technology, the thermally stressed state of bodies with functional gradient multilayer coatings and the rotation of a system of elastically bound solid bodies in a medium with resistance

**НТП, яку передбачалося створити:**

**Причини, через які НТП не було створено:**

**Отримані результати:** Методи, теорії

**Галузь застосування:** Дослідження у сфері природничих і технічних наук

**Реєстраційний номер картки технології:**

**Опис НТП:** Розроблено математичні моделі та розвинуто аналітично-числові методи розв'язання задач визначення руйнівних навантажень великогабаритних тонкостінних конструкцій сучасної ракетно-космічної техніки, термонапруженого стану тіл з функціонально-градієнтними багат шаровими покриттями та обертання системи пружно зв'язаних твердих тіл у середовищі з опором. Розроблено методологію визначення фактичних руйнівних навантажень вказаних конструкцій з урахуванням даних неруйнівних експериментальних випробувань. Отримано умови асимптотичної стійкості рівномірного обертання пружного твердого тіла, вплив дисипації і пружних шарнірів Гука на умови стійкості. Встановлено межі застосування розробленої моделі до задач стійкості обертання снарядів і ракет.

**Соціально-економічна спрямованість НТП:** Створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту

**Вплив НТП на довкілля:**

**Впровадження НТП:** Не впроваджено

**Практична реалізація НТП**

**Початок етапу:** 01.2023

**Закінчення етапу:** 12.2023

**Споживачі продукції:**

**Перспективні ринки:**

**Характер співробітництва з інвестором**

**Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:**

**Права, що надаються інвестору після завершення роботи:**

**Наявність бізнес-плану:**

**Техніко-економічне обґрунтування:**

**Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:**

**Очікуваний термін окупності (років):**

## **ІХ. Бібліографічний опис**

1. Андрійчук М., Лобур М., Мельник М. Моделювання середовищ із заданими акустичними і електромагнітними характеристиками. – Львів: Сполом, 2023, 272 с.
2. Mykhas'kiv V., Zhabadynskiy I. Boundary Integral Equation Method for 3D Elastodynamic Problems with Chain-Arranged Rigid Disk-Shaped Inclusions, Chapter 21 // *Advances in Mechanics, Advanced Structured Materials* 191 (edited by A.N. Guz et al.). – Cham (Switzerland): Springer Nature, 2023. – P. 391-406. (Scopus)
3. Kunets Ya., Kushnir R., Matus V. Scattering of SH-Waves by an Elastic Fiber of Non-canonical Shape with a Thin Interphase Layer, Chapter 22 // *Advances in Mechanics, Advanced Structured Materials* 191 (edited by A.N. Guz et al.). – Cham (Switzerland): Springer Nature, 2023. – P. 293-312. (Scopus)
4. Дробенко Б.Д., Бардин Т.П. Міцність зварного з'єднання штуцера з колектором первинного пароперегрівника котла // *Фізико – хімічна механіка матеріалів*. – 2023. – 59, № 3. – С. 81-85.
5. Кононов Ю.М. Про стійкість обертання в середовищі з опором вільної системи трьох пружно зв'язаних твердих тіл // *Прикладна механіка*. – 2023. – 59, № 6 або 2024. – 60, № 1. 12с. (Scopus) (пройшла рецензування).
6. Kalosha J., Yevgenieva Y., Zuyev A. Partial Stabilization of an Orbiting Satellite Model with a Flexible Attachment // *Нелінійні коливання*. 8 с. (Scopus) (подано до друку). Preprint arXiv: 2311.09691.
7. Кононов Ю.М. Про стійкість обертання вільної системи двох пружно зв'язаних твердих тіл // *Механіка та математичні методи*. – 2023. – Т. V, № 2, 9с. (Фахове видання категорії Б) (пройшла рецензування).
8. Кононов Ю.М. Про стійкість обертання у середовищі з опором вільної системи двох пружно зв'язаних твердих тіл // *Праці ІПММ НАН України*. – 2023. – 37, № 2, 9с. (Фахове видання категорії Б) (пройшла рецензування).
9. Andriychuk M. I., Voitovich N. N., Tkachuk V. P. Application of the generalized method of eigenoscillations to the solution of the problems of scattering on nanostructures // *Journal of Mathematical Sciences*. – 2023. Vol. 272, No 1. – P. 64-79. doi 10.1007/s10958-023-06400-6. (Q3)
10. M. Andriychuk and V. Tkachuk. Optimization of the Multi-Element Line Array by the Amplitude of Radiation Pattern. 2023 IEEE XXVIII International Seminar/Workshop on Direct and Inverse Problems of Electromagnetic and Acoustic Wave Theory (DIPED), Tbilisi, Georgia, 2023, pp. 73-78, doi: 10.1109/DIPED59408.2023.10269508.
11. Andriychuk M., Tkachuk V. and Nazarovets T. Measurement and Evaluation of the EM Field Impact in the Range of 4G/5G Frequencies. 2023 IEEE XXVIII International Seminar/Workshop on Direct and Inverse Problems of Electromagnetic and Acoustic Wave Theory (DIPED), Tbilisi, Georgia, 2023, pp. 129-132, doi: 10.1109/DIPED59408.2023.10269532.
12. Марчук М., Дробенко Б., Пакош В., Харченко В., Хом'як М. Основи методології проектного розрахунку зарядів твердого палива, міцноскріпленого з корпусом ракетного двигуна // 16-й міжнародний симпозіум українських інженерів-механіків у Львові (м. Львів, 18 – 19 травня 2023 р.): Матеріали симпозіуму. – Львів: КІНПАТРИ ЛТД, 2023. – С. 14.
13. Дробенко Б., Марчук М., Хом'як М., Клименко Д., Сіренко В., Харченко В. Комп'ютерне моделювання руйнівних випробувань складних конструкцій ракетної техніки // *Сучасні проблеми механіки та математики* – 2023: збірник наук. праць / за заг. ред. акад. НАН України Р.М. Кушніра та чл.-кор. НАН України В.О. Пелиха [Електронний ресурс] // Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача НАН України. – 2023. – 108с. – Режим доступу: <http://iapmm.lviv.ua/mpmm2023/materia>

14. Марчук М., Дробенко Б., Пакош В., Харченко В., Хом'як М. Інформаційна безпека за використання комерційного програмного забезпечення для проєктних розрахунків у галузі ракетно-космічної техніки // Захист інформації і безпека інформаційних систем: матеріали IX Міжнар. наук.-техн. конф. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2023. – 171 с. ISBN 978-966-941-829-6.
15. Бардин Т.П., Дробенко Б.Д. Обґрунтування вибору матеріалів для конструктивних елементів механічних контактних термометрів систем озброєння та військової техніки // Перспективи розвитку озброєння та військової техніки Сухопутних військ: Збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конф. (Львів, 17 травня 2023 р.). – Львів: НАСВ, 2023. – С. 14-15.

## **Х. Заключні відомості**

### **Керівник юридичної особи**

Кушнір Роман Михайлович

д. ф.-м. н., 01.02.04

### **Перелік осіб-виконавців**

Євгенєва Євгенія Олександрівна

(к. ф.-м. н.)

Івасько Роман Олексійович

(к. ф.-м. н., 01.02.04)

Андрійчук Роман Михайлович

(к. ф.-м. н., 01.02.04)

Бардин Тетяна Петрівна

Ванкевич Петро Петрович

Демидюк Мирослав Васильович

(д. т. н.)

Дробенко Богдан Дем'янович

(д. ф.-м. н., 01.02.04)

Жбадинський Ігор Ярославович

(к. ф.-м. н., 01.02.04)

Зуєв Олександр Леонідович

(д. ф.-м. н., 01.01.05, 01.02.01)

Калоша Юлія Ігорівна

(к. ф.-м. н.)

Кононов Юрій Микитович

(д. ф.-м. н.)

Кунець Ярослав Іванович

(д. ф.-м. н., 01.02.04)

Лопух Назарій Богданович

(к. т. н., 01.05.02)

Малачівський Петро Стефанович

(д.ф.-м.н., 01.05.02)

Марчук Михайло Володимирович

(д. ф.-м. н., 01.02.04)

Матус Валерій Володимирович

(д. ф.-м. н.)

Михаськів Віктор Володимирович

(д. ф.-м. н., 01.02.04)

Пакош Віра Степанівна

(к. ф.-м. н.)

Процюк Борис Васильович

(д.ф.-м.н., 01.02.04)

Савицький Григорій Володимирович

(к. ф.-м. н., 01.04.07)

Соляр Тетяна Ярославівна

(к. ф.-м. н., 01.02.04)

Ткачук Віктор Павлович

(к. ф.-м. н., 01.05.02)

Токовий Юрій Владиславович

(д. ф.-м. н., 01.02.04)

Хом"як Микола Миколайович

(к. ф.-м. н.)

Шевчук Віктор Анатолійович

(д. ф.-м. н., 01.02.04)

Юзв'як Микола Йосипович

(к. ф.-м. н., 01.02.04)

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

Вавринюк Світлана Вікторівна

**Телефон**

+38 (032) 263-21-84

**Реєстратор**

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є  
відповідальним за реєстрацію наукової  
діяльності**

