# Облікова картка ДіР

## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0221U104060

**Державний реєстраційний номер:** 0119U100941

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 01-03-2021

## II. Етап виконання ДіР

**Номер етапу:** 1

**Назва етапу:** Визначення вимог до технологічних систем комбінованих процесів з використанням лазерних джерел, розробка методології та алгоритмів топологічної оптимізації проектування та виготовлення деталей, створення дослідного стенду

**Початок етапу:** 01.2019

**Закінчення етапу:** 12.2019

**Вид звітного документа:** Проміжний звіт

## III. Відомості про виконавця ДіР

**Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи):** Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут"

**Код за ЄДРПОУ:** 02066769

**Місцезнаходження:** вул. Чкалова, буд. 17, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61070, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Розмір організації:**

**Телефон:** 380573151131, 380573151056

## IV. Відомості про співвиконавців ДіР

## V. Відомості про замовника ДіР

**Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи):** Міністерство освіти і науки України

**Код за ЄДРПОУ:** 38621185

**Місцезнаходження:** просп. Перемоги, буд. 10, м. Київ, Київська обл., 01135, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Кабінет Міністрів України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Розмір організації:**

**Телефон:** 380444813221

## 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:** 2.2 - прикладні дослідження і розробки

### Джерела фінансування

**7713 - кошти держбюджету**

**Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК):** 2201040

| |
|---|
| **Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.):** 857.940 |

## VII. Відомості про ДіР

### Назва роботи українською:

Принципи розробки та обґрунтування технологічних систем комбінованих процесів обробки з використанням лазерних джерел

### Назва роботи англійською:

Principles of development and substantiation of technological systems of combined treatment processes by laser sources

### Реферат українською:

Метою дослідження є забезпечення точності та якості виготовлення деталей авіаційно-космічної техніки, ракет та високоточного озброєння шляхом розроблення та впровадження технологічних систем комбінованих процесів оброблення з використанням лазерних джерел. Запропоновано підходи до створення методології топологічної оптимізації проектування та виготовлення деталей авіаційної та ракетно-космічної техніки, на основі яких розроблено алгоритм корекції геометрії деталі з урахуванням процесів викривлення при адитивному виробництві. Запропоновано метод топологічної оптимізації проектування деталей в адитивному виробництві, що забезпечує можливість створення безопорних конструкцій, які не потребують додаткового постоброблення. Метод базується на розв'язанні нової задачі оптимізації упаковки еліпсів в межах геометрії деталі, що оптимізується. Розроблений алгоритм замінює безматеріальні об'єми деталей еліптичними отворами. Вхідними параметрами є обмеження розмірів еліпсів, мінімально допустима відстань між еліпсами. Деталь з еліптичними отворами є більш довговічною завдяки відсутності гострих внутрішніх кутів (концентраторів напружень), що особливо важливо для деталей, що експлуатуються в умовах змінного навантаження. Розроблено підхід моделювання заповнення об'єму частинками порошку пошарово, що дозволяє оцінювати пористість матеріалу, наплавленого з порошків різного фракційного складу. Підхід полягає в використанні швидкого евристичного алгоритму для імітації заповнення кубоїдальної області шляхом змішування сферичних частинок, що мають заданий розподіл за розмірами. Створено стенд для дослідження соплових пристроїв подачі порошкових матеріалів в зону лазерного наплавлення. Стенд забезпечує регулювання та стабілізації подачі газопорошкової суміші та захисних газів в соплові пристрої коаксіального типу. Стенд дає можливість дослідження впливу як конструктивних параметрів соплових пристроїв, так і параметрів подачі на формування газопорошкового струменя в зоні наплавлення.

### Реферат англійською:

The aim of the research is to ensure the accuracy and quality of manufacturing of aerospace parts, missiles and high-precision weapons by developing and implementing technological systems of combined processing using laser sources. The approaches to the creation of topological optimization methodology for designing and manufacturing aircraft and missile parts are developed, on which the algorithm details geometry correction processes based distortions in the additive manufacturing. The method of topological optimization parts design in additive manufacturing is proposed, which providing the ability to create unsupported structures that do not require additional post-processing. The method is based on solving a new problem of optimizing the packing of ellipses within the geometry of the part. The developed algorithm replaces the intangible volumes of parts with elliptical holes. The input parameters are the limitation of the size of the ellipses, the minimum allowable distance between the ellipses. A part with elliptical holes is more durable due to the absence of sharp internal angles (stress concentrators), which is especially important for parts operated under variable load conditions. An approach to modeling the filling of the volume with powder particles in layers is developed, which allows to estimate the porosity of the material deposited from powders of different fractional composition. The approach is to use a fast heuristic algorithm to simulate the filling of the cuboidal region by mixing spherical particles having a given size distribution. A stand for the study of nozzle devices for feeding powder materials into the laser surfacing zone is

created. The stand provides regulation and stabilization of supply of gas-powder mix and protective gases in nozzle devices of coaxial type. The stand enables the study of the effect as the nozzle device design parameters and gas-powder jet parameters applying to formation in the cladding area.

**Індекс УДК:** 658.511.4:621.762, 629.76/.78; 629.78; 629.76

**Коди тематичних рубрик:** 55.13.15.17, 55.49.13

**Керівники роботи**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:** Абашин Сергій Леонідович

**Науковий ступінь:** к. ф.-м. н.

**Вчене звання:**

**Ідентифікатор ORCID ID:**

**Додаткова інформація:**

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

**Назва НТП українською:** Методологія та алгоритми топологічної оптимізації проектування та виготовлення деталей

**Назва НТП англійською:** Methodology and algorithms of topological optimization of parts design and manufacture

**НТП, яку передбачалося створити:**

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

**Отримані результати:** Методи, теорії

**Галузь застосування:** Авіаційно-космічна та ракетобудівна галузь, виробництво верстатного обладнання

**Реєстраційний номер картки технології:**

**Опис НТП:** Запропоновано підходи до створення методології топологічної оптимізації проектування та виготовлення деталей авіаційної та ракетно-космічної техніки, за допомогою яких розроблено алгоритм корекції геометрії деталі з урахуванням процесів викривлення при адитивному виробництві. Запропоновано метод топологічної оптимізації проектування деталей в адитивному виробництві, що забезпечує можливість створення безопорних конструкцій, які не потребують додаткового постоброблення. Розроблено підхід моделювання заповнення об'єму частинками порошку пошарово, що дозволяє оцінювати пористість матеріалу, наплавленого з порошків, що мають різні фракційні склади.

**Соціально-економічна спрямованість НТП:** Збільшення обсягів виробництва, Економія енергоресурсів, Економія матеріалів, Підвищення продуктивності праці, Підвищення автоматизації виробничих процесів

**Вплив НТП на довкілля:**

**Впровадження НТП:** В навчальний процес університету

**Практична реалізація НТП**

**Початок етапу:** 01.2019

**Закінчення етапу:** 12.2019

**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 обгрунтування:**

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

**Очікуваний термін окупності (років):**

**Додаткова інформація:**

## IX. Бібліографічний опис


Zalohin M.Y., Skliarov V.V., Dovzhenko J.S., & Brega D.A. (2019). Experimental determination and comparative analysis of the PPH030GP, ABS and PLA polymer strength characteristics at different strain rates. Science & Technique, 18(3), 233–239. http://doi.org/10.21122/2227-1031-2019-18-3-233-239

Romanova, T., Pankratov, A., Litvinchev, I., Plankovskyy, S., Tsegelnyk, Y., & Shypul, O. (2020). Sparsest packing of two-dimensional objects. International Journal of Production Research, 1–16. https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1755471

Romanova, T., Stoyan, Y., Pankratov, A., Litvinchev, I., Plankovskyy, S., Tsegelnyk, Y., & Shypul, O. (2021). Sparsest balanced packing of irregular 3D objects in a cylindrical container. European Journal of Operational Research, 291(1), 84–100. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.09.021

Romanova, T., Litvinchev, I., & Pankratov, A. (2020). Packing ellipsoids in an optimized cylinder. European Journal of Operational Research, 285(2), 429-443. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.01.051

Pankratov, A., Romanova, T., & Litvinchev, I. (2020). Packing Oblique 3D Objects. Mathematics, 8(7), 1130. https://doi.org/10.3390/math8071130

Duriagina, Z., Lemishka, I., Litvinchev, I., Marmolejo, J. A., Pankratov, A., Romanova, T., & Yaskov, G. (2020). Optimized filling of a given cuboid with spherical powders for additive manufacturing. Journal of the Operations Research Society of China, 1-16. https://doi.org/10.1007/s40305-020-00314-9

Yanchevskyi, I., Lachmayer, R., Mozgova, I., Lippert, R-B., Yaskov, G., Romanova, T., Litvinchev, I. (2020) Circular packing for support-free structures. EAI Endorsed Transactions on Energy Web, 7(30), e3. https://doi.org/10.4108/eai.13-7-2018.164561

Plankovskyy, S., Tsegelnyk, Y., Shypul, O., Pankratov, A., & Romanova, T. (2020). Cutting irregular objects from the rectangular metal sheet. In M. Nechyporuk, V. Pavlikov, D. Kritskiy (Eds.) Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering. AISC, vol. 1113 (pp. 150–157). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-37618-5_14

Plankovskyy, S., Shypul, O., Tsegelnyk, Y., Pankratov, A., Romanova, T., & Litvinchev, I. (2021). Circular layout in thermal deburring. In S. Shkarlet, A. Morozov, & A. Palagin (Eds.), Mathematical Modeling and Simulation of Systems (MODS'2020). AISC, vol. 1265 (pp. 111–120). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58124-4_11

Plankovskyy, S., Shypul, O., Zaklinskyy, S., Tsegelnyk, Y., & Kombarov, V. (2021). A method of rapid measurement of vessels volume with complex shape by critical nozzles. In M. Nechyporuk, V. Pavlikov, & D. Kritskiy (Eds.), Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering – 2020. LNNS, vol. 188 (pp. 247–255). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-66717-7_20

Plankovskyy, S., Shypul, O., Tsegelnyk, Y., Pankratov, A., & Romanova, T. (2021). Amplification of heat transfer by shock waves for Thermal Energy Method. In M. Nechyporuk, V. Pavlikov, & D. Kritskiy (Eds.), Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering – 2020. LNNS, vol. 188 (pp. 577–587). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-66717-7_49

Pankratov, A., Romanova, T., Shekhovtsov, S., Grebennik, I., & Pankratova, J. (2020). Packing irregular polygons using quasi phi-functions. In 2020 10th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT) (pp. 1-5). IEEE. https://doi.org/10.1109/ACIT49673.2020.9208979

Strelnikova, E., Litvinchev, I., Pankratov, A., Duriagina, Z., Romanova, T., Lemishka, I., & Tonkonozhenko, A. (2020). Optimized packings in analysis of 3D nanocomposites with inclusion systems. In 2020 IEEE KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek) (pp. 377-381). IEEE. https://doi.org/10.1109/KhPIWeek51551.2020.9250142

Chugay, A., Pankratov, A., & Romanova, T. (2020). Irregular layout problem for additive production. CEUR Workshop Proceedings, 2608, 569-579. http://ceur-ws.org/Vol-2608/paper44.pdf

Tinkova, V.S., Yakubovskaya, A.G., Tupitsyna, I.A., Abashin, S.L., Puzan, A.N., & Tretyak, S.O. Flexible composite scintillators based on ZnWO4 micro- and nanopowders. Tekhnologiya i Konstruirovanie v Elektronnoi Apparature, 1-2, 40–49. http://dx.doi.org/10.15222/TKEA2019.1-2.40

Романова, Т., Яськов, Г., Чугай, А., & Стоян, Ю. (2020). Оптимізація компонування сферичних об'єктів у багатогранній області. Кібернетика та комп'ютерні технології, 4, 39-46. https://doi.org/10.34229/2707-451X.20.4.3

Стоян Ю.Г., Яськов Г.М., Романова Т.Є., Яковлев С.В. Пакування сферичних об'єктів: моделі, методи, застосування. Київ: Наукова думка, 2021. 279 с.

Пат. на корисну модель № 146262 Україна, МПК (2006) B01F 3/00. Спосіб приготування газової суміші заданого складу / Планковський С. І.; Шипуль О. В.; Заклінський С. О.; Цегельник Є. В.; Комбаров В. В.; Тевзадзе Г. С.; Гарін В. О. (Україна); заявник й патентовласник Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут». – № u202005803; заявл. 10.09.2020.

Пат. на корисну модель № 146263 Україна, МПК (2006) B01F 3/00. Спосіб приготування газової суміші заданого складу / Планковський С. І.; Шипуль О. В.; Заклінський С. О.; Цегельник Є. В.; Комбаров В. В.; Аксьонов Є. О. (Україна); заявник й патентовласник Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут». – № u202005804; заявл. 10.09.2020.

## X. Заключні відомості

**Керівник юридичної особи**

Нечипорук Микола Васильович
д. т. н.

**Перелік осіб-виконавців**

Абашин Сергій Леонідович
(к. ф.-м. н., 01.04.10)

Аксьонов Євген Олександрович
(к. т. н.)

Брега Дмитро Андрійович
(к. т. н.)

Гарін Вадим Олегович
(к. т. н.)

Комбаров Володимир Вікторович
(к. т. н.)

Коровай Олександр Миколайович

Ляшенко Олександр Михайлович
(к. т. н.)

Панкратов Олександр Вікторович
(д. т. н., 01.05.02)

Романова Тетяна Євгеніївна
(д. т. н., 01.05.02)

Цегельник Євген Володимирович
(к. т. н.)

Цегельник Ольга Василівна

**Відповідальний за підготовку облікових документів**

Цегельник Євген Володимирович

**Телефон**

+38 (057) 788-41-04

**Реєстратор**

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