

# Облікова картка ДіР



## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0223U001923

**Державний реєстраційний номер:** 0122U000785

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 06-02-2023

## II. Етап виконання ДіР

**Номер етапу:** 1

**Назва етапу:** Електрофізичні і магніторезистивні властивості середньоентропійних (4-компонентних) сплавів

**Початок етапу:** 01.2022

**Закінчення етапу:** 12.2022

**Вид звітнього документа:** Проміжний звіт

## III. Відомості про виконавця ДіР

**Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи):** Сумський державний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 05408289

**Місцезнаходження:** вул. Римського-Корсакова, буд. 2, м. Суми, Сумський р-н., Сумська обл., 40007, Україна

**Форма власності:**

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

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Розмір організації:**

**Телефон:** 380542334058

## 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:** проспект Перемоги, буд. 10, м. Київ, 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)

**Напрямок фінансування:** 2.1 - фундаментальні дослідження

### Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

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

|                                                          |
|----------------------------------------------------------|
| <b>Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.):</b> 417.300 |
|----------------------------------------------------------|

## **VII. Відомості про ДіР**

### **Назва роботи українською:**

Багатокомпонентні плівкові матеріали: кореляція між електрофізичними і магніторезистивними властивостями та концентрацією елементів

### **Назва роботи англійською:**

Multicomponent film materials: correlation between electrophysical and magnetoresistive properties and elements concentration

### **Реферат українською:**

Представлено результати досліджень фізичних властивостей чотири-п'яти компонентних плівкових високоентропійних сплавів (ВЕС). Плівкові зразки формували за методикою авторів кафедри електронної, загальної та прикладної фізики Сумського державного університету шляхом пошарової конденсації окремих компонент із наступною термообробкою або шляхом одночасної конденсації компонентів плівкового сплаву. Виходячи із концепції адитивності фізичних величин ВЕС були проведені розрахунки концентраційної залежності електрофізичних (питомий опір, термічний коефіцієнт опору, тензочутливість); магніторезистивних (магнітоопір з ознаками гігантського); динамічних характеристик (температура Дебая, параметр решітки); деяких електронних та магнітних характеристик. Розрахункові результати перевірені експериментально на прикладі електрофізичних і магніторезистивних властивостей. Відмічається, що у цьому випадку спостерігається добра відповідність експериментальних і розрахункових результатів. Отримані концентраційні залежності фізичних величин дають можливість зробити висновок про більшу чутливість до концентрації окремих атомів питомого опору і коефіцієнту тензочутливості і меншу чутливість магніторезистивних властивостей, температури Дебая, енергії Фермі, параметра решітки ВЕС та температури плавлення. У випадку таких властивостей як енергія Фермі, температура Фермі, параметр решітки, температура Дебая та ін. були проведені розрахункові дослідження, які дозволяють говорити про їх відносно малу чутливість до концентрації окремих елементів. Зрозуміло, що це буде спостерігатися лише у випадку однофазного (тверді розчини) фазового складу. Якщо ж у процесі формування ВЕС будуть утворюватися магнітні квазігранули або кристаліти магнітних інтерметалідів, то концентраційні залежності будуть ускладнюватися

### **Реферат англійською:**

The results of the physical properties investigation of four- and five-component high-entropy alloys (HEA) are presented. The film samples were formed according to the own methodology of the Department of Electronic, General and Applied Physics (Sumy State University) authors. The layer-by-layer condensation of individual components with subsequent heat treatment or by simultaneous condensation of film alloy components was used. Based on the concept of additivity of the physical values of wind turbines, calculations were made of the concentration dependence on electrophysical values (specific resistance, thermal coefficient of resistance, strain sensitivity); magnetoresistive (magnetoresistance with giant signs); dynamic characteristics (Debye temperature, lattice parameter); some electronic and magnetic characteristics. The calculated results are verified experimentally on the example of electrophysical and magnetoresistive properties. It is noted that in this case there is a good agreement between experimental and calculated results. The obtained concentration dependences of physical quantities make it possible to conclude that individual atoms of specific resistance and strain sensitivity are more sensitive to the concentration and less sensitive to magnetoresistive properties, Debye temperature, Fermi energy, HEA lattice parameter, and melting temperature. In the case of such properties as Fermi energy, Fermi temperature, lattice parameter, Debye temperature, etc. calculation studies were carried out, which allow us to talk about their relatively low sensitivity to the concentration of individual elements. It is clear that this will be observed only in the case of single-phase (solid solutions) phase composition. If magnetic quasi-granules or

crystallites of magnetic intermetallics are formed in the process of formation of HEA, then concentration dependences will be complicated

**Індекс УДК:** 621.002.3:669.26;621.002.3:669.25;621.002.3:669.24;621.002.3:669.3, 620.22:67.017

**Коди тематичних рубрик:** 55.09.33.17, 81.09.03.05

**Керівники роботи**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:** Проценко Сергій Іванович

**Науковий ступінь:** д. ф.-м. н.

**Вчене звання:** професор

**Ідентифікатор ORCID ID:**

**Додаткова інформація:**

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

**Назва НТП українською:** Багатокомпонентні плівкові матеріали: кореляція між електрофізичними і магніторезистивними властивостями та концентрацією елементів

**Назва НТП англійською:** Multicomponent film materials: correlation between electrophysical and magnetoresistive properties and elements concentration

**НТП, яку передбачалося створити:**

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

**Отримані результати:** Матеріали

**Галузь застосування:** Сенсорна техніка на основі плівкових чутливих елементів; матеріалознавство; металофізика

**Реєстраційний номер картки технології:**

**Опис НТП:** Застосували метод формування ВЕС плівкових матеріалів, який запропонований на кафедрі електронної, загальної та прикладної фізики СумДУ були сформовані плівкові зразки, на яких вивчалися їхні властивості. Суть методу формування плівкових ВЕС полягає в наступному: чотири або п'ять (Fe, Co, Ni, Cr, Cu, Al) металевих компонент конденсуються одночасно, що спричиняє ефективне перемішування елементів, або пошарово з наступною термообробкою для активації дифузійних процесів. На чотири- п'яти компонентних зразках були проведені експериментальні дослідження електрофізичних (питомий опір і термічний коефіцієнт опору; тензочутливість) та розрахункові дослідження, які дуже добре узгоджуються з експериментальними. Розрахунковим методом досліджували енергію Фермі, температуру Фермі, параметр решітки, температуру Дебая. Якщо ж у процесі формування ВЕС будуть утворюватися магнітні квазігранули або кристаліти магнітних інтерметалідів, то концентраційні залежності будуть ускладнюватися

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

**Вплив НТП на довкілля:**

**Впровадження НТП:** Впроваджено

**Практична реалізація НТП**

**Початок етапу:** 01.2023

**Закінчення етапу:** 12.2023

**Споживачі продукції:** 1. Навчальні заклади, 2. Науково –дослідні організації НАН України, 3. Проблемні лабораторії ЗВО, 4. Фірми-розробники сенсорної техніки

**Перспективні ринки:** 1. Фірми-розробники сенсорної техніки, 2. Проблемні та науково-навчальні лабораторії ЗВО

**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):**

**Додаткова інформація:**

## **IX. Бібліографічний опис**

1. Protsenko S.I., Odnodvorets L.V., Protsenko I.Yu., Rylova A.K., Tolstikov D.I. Strain Properties of Multicomponent Nanosize Film Materials // Journal of Nanomaterials. – V. 2022. – 2022. – P. 2862439  
<https://doi.org/10.1155/2022/2862439> (Scopus, Web of Science, Q2, IF = 3,67).
2. Protsenko I.Yu., Odnodvorets L.V., Vasyukhno M.V., Klochok V.S., Rylova A.K., Shumakova N.I. Concentration Effects in the Electronic Properties of High-entropy Film Alloys // Journal of Nano- and Electronic Physics– V. 14 No 4. – 2022. – ID 04021 [https://doi.org/10.21272/jnep.14\(4\).04021](https://doi.org/10.21272/jnep.14(4).04021) (Scopus, фахове видання категорії A).
3. Protsenko I.Yu., Vasyukhno M.V., Protsenko S.I., Rylova A.K., Tyshchenko K.V. Prediction of Electrophysical and Magnetic Properties of Multicomponent (High-Entropy) Film Alloys // Journal of Nano- and Electronic Physics. – V. 14 No 5. – 2022. – ID 05019 [https://doi.org/10.21272/jnep.14\(5\).05019](https://doi.org/10.21272/jnep.14(5).05019) (Scopus, фахове видання категорії A).
4. Protsenko I.Yu., Odnodvorets L.V., Shumakova N.I., Klochok V.S., Shabelnyk Yu.M., Khyzhnya Ya.V. Concentration Dependence of Thermodynamic and Dynamic Parameters of High-entropy Alloys // Journal of Nano- and Electronic Physics– V. 14 No 6, 2022. – ID 06030 [https://doi.org/10.21272/jnep.14\(6\).06031](https://doi.org/10.21272/jnep.14(6).06031) (Scopus, фахове видання категорії A).

## **X. Заключні відомості**

**Керівник юридичної особи**

Карпуша Василь Данилович

к. ф.-м. н.

### **Перелік осіб-виконавців**

Однодворець Лариса Валентинівна

(д. ф.-м. н., 01.04.01)

Проценко Іван Юхимович

(д. ф.-м. н.)

Проценко Сергій Іванович

(д. ф.-м. н., 01.04.07)

Степаненко Андрій Олександрович

Шабельник Юрій Михайлович

(к. ф.-м. н.)

Шпетний Ігор Олександрович

(к. ф.-м. н.)

Шумакова Наталія Іванівна

(к. ф.-м. н.)

**Відповідальний за підготовку**

Сорокоумова О.П.

**облікових документів**

**Телефон**

+38 (054) 268-44-02

**Реєстратор**

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

