# Облікова картка НДДКР

**Державний обліковий номер:** 0219U100605

**Державний реєстраційний номер:** 0116U002613

**Відкрита**

**Дата реєстрації:** 20-02-2019

## 1. Етапи виконання

**Номер етапу:** 1

**Назва етапу:** Отримання та дослідження неорганічних сцинтиляційних кристалів на основі твердих розчинів заміщення.

**Початок етапу:** 01-2016

**Закінчення етапу:** 12-2018

**Вид звітного документа:** Остаточний звіт

## 2. Виконавець

**Назва організації:** Інститут сцинтиляційних матеріалів НАН України

**Код ЄДРПОУ/ІПН:** 23756522

**Підпорядкованість:** Національна академія наук України

**Адреса:** просп. Науки, 60, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61072, Україна

**Телефон:** 0573404474

**WWW:** http://www.isma.kharkov.ua

## 3. Власник результатів НДДКР (продукції)

**Назва організації:** Інститут сцинтиляційних матеріалів Національної академії наук України

**Код ЄДРПОУ/ІПН:** 23756522

**Адреса:** просп. Науки, 60, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61072, Україна

**Підпорядкованість:** Національна академія наук України

**Телефон:** 0573404474

**E-mail:** isma@isc.kharkov.com

**WWW:** http://www.isma.kharkov.ua

## 4. Джерела та напрями фінансування

**Підстава для проведення робіт:** 34 - договір з МОН, іншими центральними органами виконавчої влади

**КПКВК:** 6541030

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

### Джерела фінансування

**Джерело фінансування:** 7713 - кошти держбюджету

**Фактичний обсяг фінансування за звітний етап:** 5660.79 тис. грн.

## 5. Науково-технічна робота

### Назва роботи (укр)

Отримання та дослідження неорганічних сцинтиляційних кристалів на основі твердих розчинів заміщення

### Назва роботи (англ)

Obtaining and research of inorganic scintillation crystals based on substitution solid solutions.

### Реферат (укр)

Роботу присвячено розробці науково-технічних основ цілеспрямованого отримання високоефективних неорганічних сцинтиляційних кристалів на основі твердих розчинів заміщення. Досліджені структурні, люмінесцентні та сцинтиляційні властивості отриманих оксидних. Продемонстровано наявність просторових мікронеоднорідностей розмірами 1-3 мкм в Lu2-xGdxSiO5:Ce внаслідок флуктуації вмісту Lu3+ і Gd3+ в кристалі, а також нанорозмірних неоднорідностей у вигляді площин та стовбців, що сформовані при селективному заміщенні іонів Lu3+/Gd3+ в LGSO:Ce та Al3+/Ga3+ в YAGG:Ce у відповідних кристалографічних позиціях в гратці. Сформульовано загальний феноменологічний підхід до цілеспрямованого отримання оксидних кристалів із поліпшеним світловим виходом, зокрема, визначено тенденцію до зростання світлового виходу твердого розчину при заміщенні атомів з відношенням іонних радіусів RA/RB в діапазоні 1.07-1.15, різницею ширин забороненої зони компонентів твердого розчину ΔEg>0.2 еВ, різницею електронегативностей заміщуваних атомів >0.2.

### Реферат (англ)

The work is devoted to the development of science and technical basics of targeted obtaining of high efficient inorganic scintillation crystals based on substitutional solid solutions. Structure, luminescent, and scintillation properties of the obtained crystals have been studied. The presence of spatial inhomogeneities 1-3 μm size Lu2-xGdxSiO5:Ce has been shown due to fluctuations of Lu3+ i Gd3+ content in crystals, as well as nanosize inhomogeneities in the form of planes and columns formed at selective substitution of Lu3+/Gd3+ ions in LGSO:Ce, and Al3+/Ga3+ ions in YAGG:Ce in corresponding crystallographic sites. The common phenomenological approach to targeted obtaining of oxide scintillation crystals with improved light yield has been formulated, in particular, the tendency has been noted to the increase of light yield of solid solutions at substitution of atoms with the ionic radii ratio RA/RB in the 1.07-1.15 range, the difference in bandgaps of solid solution components ΔEg>0.2 eV, the difference of electronegativities of substituted atoms >0.2.

**Індекс УДК:** 544, [548.5:546.121]:544.355-16

**Коди тематичних рубрик НТІ:** 31.15

## 6. Науково-технічна продукція (НТП)

### НТП 1

**Назва продукції (укр):** Неорганічні сцинтиляційні кристали на основі твердих розчинів заміщення.

**Назва продукції (англ):** Inorganic scintillation crystals based on substitutional solid solutions.

**Очікувані результати:** Матеріали

**Галузь застосування:** 72.1 Дослідження й експериментальні розробки у сфері природничих і технічних наук.

**Опис продукції (укр):** Отримані кристали твердих розчинів і досліджені оптичні та сцинтиляційні параметри систем твердих розчинів Lu2-xGdxSiO5:Ce (0<x<2); Y3Al5-xGaxO12:Ce (0<x<5); Gd3Al5-xGaxO12:Ce (2<x<5); YTa1-xNbxO4 (0<x<1); GdTa1-xNbxO4 (0<x<0.2). Розглянуті основні фактори, що можуть впливати на хід концентраційної залежності світлового виходу в кристалах твердих розчинів. Вироблені критерії пошуку кристалів на основі твердих розчинів із поліпшеним світловим виходом, зокрема, найбільше зростання світлового виходу в твердому розчині спостерігається при заміщенні атомів з відношенням іонних радіусів RA/RB в діапазоні 1.07-1.15%, ΔEg>0.2, різницею електронегативностей заміщуваних

атомів 0.3 – 0.6. Даний підхід є чинним для сцинтиляторів як із власною, так і з активаторною люмінесценцію, і не залежить від методу отримання кристалів.

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

**Стадія завершеності НТП:** Дрібносерійне виробництво

**Впровадження НТП:** Впроваджено

**Строки впровадження:** 12.201812.2018

**Виробник продукції:** ICMA

**Споживачі продукції:** компанії сцинтиляційного приладобудування (системи контролю та безпеки, медицина та ін.)

**Перспективні ринки:** країни Східної Азії, США, країни Європейського Союзу

**Права інтелектуальної власності:** Отримано патент, Патент України на винахід №115000 «Спосіб наплавлення тиглів сировиною для вирощування монокристалів» автори Архипов П.В., Сідлецький О.Ц., Ткаченко С.А., Герасимов Я.В., Галенін Е.П.

**Форми та умови передачі продукції:** Продаж продукції

## 7. Бібліографічний опис


Yawai N. Luminescence and scintillation properties of Lu0.8Gd1.2SiO5:Ce and Lu1.8Gd0.2SiO5:Ce single crystals: A comparative study/ N. Yawai, K. Wantong, W. Chewpraditkul, O. Sidletskiy, M. Nikl// Radiation Measurements. – 2016. – V. 93. – P. 1-6.

Laguta V. Aluminum and Gallium Substitution in Yttrium and Lutetium Aluminum-Gallium Garnets: Investigation by the Single-Crystal NMR and TSL Methods/ V. Laguta, Yu. Zorenko, V. Gorbenko, A. Iskalieva, Yu. Zagorodniy, O. Sidletskiy, P. Bilski, A. Twardak, M. Nikl// J. Phys. Chem. C. – V. 120. – P. 24400-24408.

Yawai N. Luminescence and scintillation timing characteristics of (LuxGd2–x)SiO5:Ce single crystals/ N. Yawai, W. Chewpraditkul, O. Sakthong, W. Chewpraditkul, K. Wantong, T. Szczesniak, L. Swiderski, M. Moszynski, O. Sidletskiy// Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A. – 2017. – V. 844. – P. 116–120.

Voloshyna O. Nonlinear behavior of structural and luminescent properties in Gd(NbxTa1-x)O4 mixed crystals/ O. Voloshyna, O. Sidletskiy, D. Spassky, Ia. Gerasymov, I. Romet, A. Belsky// Optical Materials. – 2018. – V. 76. – P. 382-387.

Zorenko Yu. Scintillating screens based on the single crystalline films of multicomponent garnets: new achievements and possibilities/ Yu. Zorenko, V. Gorbenko, T. Zorenko, M. Nikl, J.A. Mares, A. Suchocki, Ya. Zhydachevskii, Ia. Gerasymov, O. Sidletskiy, A. Fedorov// IEEE Transactions on Nuclear Science. – 2016. – V. 63. – P. 497-502.

Kononets V. Development of YAG:Ce,Mg and YAGG:Ce Scintillation Fibers/ V. Kononets, K. Lebbou, O. Sidletskiy, Yu. Zorenko, M. Lucchini, K. Pauwels, and E. Auffray// P. 114-128. In: Engineering of Scintillation Materials and Radiation Technologies, M. Korzhik and A. Gektin (eds.), Springer Proceedings in Physics. – Vol. 200. – Springer International Publishing AG 2017, 339 p.

O.Voloshyna, Ia. Gerasymov, O. Sidletskiy, D. Kurtsev, T. Gorbacheva, K.Hubenko, Ia. Boiaryntseva, A. Ivanov, D. Spassky, S. Omelkov, A. Belsky. Fast ultradense GdTa1-xNbxO4 scintillator crystals. Optical Materials, 66 (2017) 332-337.

S. Witkiewicz-Lukaszek S. Development of Composite Scintillators Based on Single Crystalline Films and Crystals of Ce3+-Doped (Lu,Gd)3(Al,Ga)5O12 Mixed Garnet Compounds/ S. Witkiewicz-Lukaszek, V. Gorbenko, T. Zorenko, O. Sidletskiy, I. Gerasymov, A. Fedorov, A. Yoshikawa, J. A. Mares, M. Nikl, and Yu. Zorenko// Cryst. Growth Des. – 2018. – V. 18. – P. 1834–1842.

Spassky D. Composition effect in luminescence properties of Y(NbxTa1-x)O4 mixed crystals/ D. Spassky, A. Vasil'ev, S. Vielhauer, O. Sidletskiy, O. Voloshyna, A. Belsky// Optical Material. – 2018. – V. 80. – P.247–252.

Sidletskiy O. Trends in Search for Bright Mixed Scintillators/ Oleg Sidletskiy// Physica Status Solidi (A) Applications and Materials Science. – 2018. – V. 215. – P. 1701034.

Zorenko Yu. Composition engineering of single crystalline films based on the multicomponent garnet compounds/ Yuriy Zorenko, Vitalii Gorbenko, Tetiana Zorenko, Kazimierz Paprocki, Paweł Bilski, Anna Twardak, Taras Voznyak, Oleg Sidletskiy, Yaroslav Gerasymov, Borys Grynyov, Alexandr Fedorov// Optical Materials 61 (2016) 3-10.

Cherginets V.L. Polythermal study of magnesium oxide solubility in molten K2SrCl4/ Cherginets V.L., Rebrova T.P., Rebrov A.L., Ponomarenko T.V., Yurchenko O.I. // J. Chem. Thermodynam. – 2016. – V.102. – P. 248-251.

Rebrova N.V. Scintillation properties of Eu2+-activated CsCaCl3–xBrx (x = 1, 1.5, 2) / N.V. Rebrova, A.Yu. Grippa, T.E. Gorbacheva, V.Yu. Pedash, S.U. Khabuseva, V.L. Cherginets, A.N. Puzan, V.A. Tarasov // J.Lumin.-2017.-V.182.-P. 172-176.

## 8. Звітна документація

**Кількість сторінок в звіті:** 220

**Мова звіту:** Українська

**Кількість файлів у звіті:** 1

## 9. Заключні відомості

**Керівник організації:**

Бояринцев Андрій Юрійович (к. т. н.)

**Керівники роботи:**

Гриньов Борис Вікторович (д. т. н., акад.)

**Керівник відділу реєстрації наукової діяльності УкрІНТЕІ**

Юрченко Т.А.