

# Облікова картка НДДКР

Державний обліковий номер: 0224U002163

Державний реєстраційний номер: 0122U000951

Відкрита

Дата реєстрації: 06-02-2024



## 1. Етапи виконання

Номер етапу: 2

**Назва етапу:** Електро- та нелінійно-оптичні дослідження наноструктурованих матеріалів. Тестування впливу морфології матриць, матеріалів наповнення та умов синтезу на структуру, нелінійно- та параметрично-оптичні властивості наноструктурованих матеріалів.

**Початок етапу:** 01-2023

**Закінчення етапу:** 12-2023

**Вид звітнього документа:** Остаточний звіт

## 2. Виконавець

**Назва організації:** Національний університет "Львівська політехніка"

**Код ЄДРПОУ/ІПН:** 02071010

**Підпорядкованість:** Міністерство освіти і науки України

**Адреса:** вул. Степана Бандери, буд. 12, м. Львів, Львівська обл., 79013, Україна

**Телефон:** 380322582111

**E-mail:** coffice@lp.edu.ua

**WWW:** <http://lp.edu.ua>

## 3. Власник результатів НДДКР (продукції)

**Назва організації:** Міністерство освіти і науки України

**Код ЄДРПОУ/ІПН:** 38621185

**Адреса:** проспект Берестейський, буд. 10, м. Київ, 01135, Україна

**Підпорядкованість:** Кабінет Міністрів України

**Телефон:** 380444813221

**E-mail:** mon@mon.gov.ua

**WWW:** <https://mon.gov.ua/ua>

**Назва організації:** Національний університет "Львівська політехніка"

**Код ЄДРПОУ/ІПН:** 02071010

**Адреса:** вул. Степана Бандери, буд. 12, м. Львів, Львівська обл., 79013, Україна

**Підпорядкованість:** Міністерство освіти і науки України

**Телефон:** 380322582111

**E-mail:** coffice@lp.edu.ua

**WWW:** <http://lp.edu.ua>

## 4. Джерела та напрями фінансування

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

**КПКВК:** 2201040

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

### Джерела фінансування

**Джерело фінансування:** 7713 - кошти держбюджету

**Фактичний обсяг фінансування за звітний етап:** 958.800 тис. грн.

## 5. Науково-технічна робота

### Назва роботи (укр)

Синтез та дослідження кристалічних наноструктурованих матеріалів як інноваційного технологічного продукту

### Назва роботи (англ)

Synthesis and research of crystalline nanostructured materials as an innovative technological product

### Реферат (укр)

В роботі здійснено широкий комплекс хіміко-технологічних, експериментальних фізичних та комп'ютерних досліджень. Досліджено і підбрано оптимальні технологічні режими створення низки нанокомпозитних матеріалів на основі пористих матриць Si, SiO<sub>2</sub> Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> та кристалів наповнення KН<sub>2</sub>РO<sub>4</sub>, NH<sub>4</sub>Н<sub>2</sub>РO<sub>4</sub>, LiNbO<sub>3</sub>, Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>CO)<sub>2</sub> та ін. В результаті рентгеноструктурних та спектроскопічних досліджень показано, що у товщі вказаних матриць дійсно формуються нанорозмірні кристали відповідних макроскопічних сполук. Проведені першопринципні розрахунки динаміки ґратки кристалів наповнення допомогли інтерпретувати складні спектроскопічні дані композитних матеріалів та дослідити вплив ефекту просторового стиснення. Виявилось, що нанокомпозити, в яких кристалом наповнення є нелінійно-оптичний кристал, можуть бути ефективними і простими у створенні нелінійно-оптичних перетворювачів частоти оптичного випромінювання. Ефекти просторового стиснення кристалів наповнення материнською матрицею експериментально фіксуються, проте мають істотне значення лише у нелінійно-оптичних властивостях вказаних композитів. З допомогою теоретичного аналізу встановлено оптимальні геометрії векторного фазового синхронізму для одновісних нелінійно-оптичних кристалів KDP, ADP та LiNbO<sub>3</sub> для випадків генерації другої гармоніки, сумарної та різницевої частоти. Нами розроблена технологія одержання структур із наднизьким коефіцієнтом відбивання електромагнітного випромінювання у діапазоні довжин хвиль 1,0:10,0 мкм, створено макет такої структури та проведено його випробовування.

### Реферат (англ)

The work includes a wide range of chemical and technological, experimental physical and computer studies. The optimal technological regimes for creating a number of nanocomposite materials based on porous matrices Si, SiO<sub>2</sub> Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and filling

crystals  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{LiNbO}_3$ ,  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ,  $(\text{C}_6\text{H}_5\text{CO})_2$ , etc. were studied and selected. As a result of X-ray structural and spectroscopic studies, it is shown that nano-sized crystals of the corresponding macroscopic compounds are indeed formed in the thickness of the indicated matrices. First-principle calculations of lattice dynamics of filling crystals helped to interpret complex spectroscopic data of composite materials and to investigate the influence of the effect of spatial confinement. It turned out that nanocomposites, in which the filling crystal is a nonlinear optical crystal, can be effective and simple in creating nonlinear optical converters of the frequency of optical radiation. The effects of spatial confinement of the crystals filled with the parent matrix are experimentally recorded, but they are significant only in the nonlinear optical properties of the specified composites. With the help of theoretical analysis, optimal geometries of vector phase synchronism for uniaxial nonlinear optical crystals KDP, ADP and  $\text{LiNbO}_3$  were established for the cases of generation of the second harmonic, sum and difference frequency. We have developed a technology for obtaining structures with an ultra-low reflection coefficient of electromagnetic radiation in the wavelength range of  $1.0\text{:}10.0\text{ }\mu\text{m}$ , created a model of such a structure and conducted its testing.

**Індекс УДК:** 621.396.6:658.562; 621.396.66, 621.315.616.95/.96; 621.315.616.97; 621.315.616-419, 535.343.2

**Коди тематичних рубрик НТІ:** 47.13.35, 47.09.53, 29.31.21

## 6. Науково-технічна продукція (НТП)

### НТП 1

**Назва продукції (укр):** Отримано нанокристалічні зразки із високотемпературного розплаву кристалів бензилу та ніобату літію у порах нанопористих матриць  $\text{Al}_2\text{O}_3$  та  $\text{SiO}_2$ . Встановлено глобальні максимуми електрооптичного ефекту та оптимальні геометрії векторного фазового синхронізму для кристалів KDP, ADP та  $\text{LiNbO}_3$ . Розроблена технологія одержання структур з наднизьким коефіцієнтом відбивання електромагнітного випромінювання у діапазоні довжин хвиль  $1,0\text{:}10,0\text{ }\mu\text{м}$ .

**Назва продукції (англ):** Nanocrystalline samples were obtained from the high-temperature melt of benzyl and lithium niobate crystals in the pores of nanoporous  $\text{Al}_2\text{O}_3$  and  $\text{SiO}_2$  matrices. The global maxima of the electro-optical effect and the optimal geometries of vector phase synchronism for KDP, ADP and  $\text{LiNbO}_3$  crystals have been established. The technology for obtaining structures with an ultra-low reflection coefficient of electromagnetic radiation in the wavelength range of  $1.0\text{:}10.0\text{ }\mu\text{m}$  has been developed.

**Очікувані результати:** Матеріали, Основи технології одержання структур із наднизьким коефіцієнтом відбивання електромагнітного випромінювання у діапазоні довжин хвиль  $1,0\text{:}10,0\text{ }\mu\text{м}$ ,

**Галузь застосування:** 72.19 Дослідження та експериментальні розробки у сфері інших природничих і технічних наук

**Опис продукції (укр):** Отримано нанокристалічні зразки із високотемпературного розплаву кристалів бензилу та ніобату літію у порах нанопористих матриць  $\text{Al}_2\text{O}_3$  та  $\text{SiO}_2$ . Рентгеноструктурні та СЕМ дослідження показали, що в цих матрицях були успішно синтезовані відповідно кристали бензилу та ніобату літію. Встановлено глобальні максимуми електрооптичного ефекту та оптимальні геометрії векторного фазового синхронізму у випадках генерації другої гармоніки, сумарної та різницевої частоти для одновісних нелінійно-оптичних кристалів KDP, ADP та  $\text{LiNbO}_3$ , які можуть бути використані для наповнення наноматриць. Розроблена технологія одержання структур з наднизьким коефіцієнтом відбивання електромагнітного випромінювання у діапазоні довжин хвиль  $1,0\text{:}10,0\text{ }\mu\text{м}$ , створено макет такої структури та проведено його випробовування.

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

**Стадія завершеності НТП:** Звіт по НДДКР

**Впровадження НТП:** Не впроваджено

**Строки впровадження:**

**Виробник продукції:** Національний університет "Львівська політехніка"

**Споживачі продукції:**

**Перспективні ринки:** України, країни Європейського Союзу

**Права інтелектуальної власності:** За договорами

**Форми та умови передачі продукції:** Спільні НДДКР

## 7. Бібліографічний опис

## 8. Звітна документація

Кількість сторінок в звіті: 162

Мова звіту: Українська

Кількість файлів у звіті: 1

## 9. Заключні відомості

### Перелік осіб-виконавців

Адамів Володимир Теодорович (д. ф.-м. н., с.н.с.)

Афанасьєв Денис Миколайович

Бендак Андрій Васильович (к. ф.-м. н.)

Винник Дмитро Михайлович

Данилов Андрій Богданович

Клим Галина Іванівна (д. т. н., професор)

Ратич Андрій Теодорович

Рибицька Ольга Мар'янівна (к. ф.-м. н.)

Теслюк Ігор Михайлович

Швець Роман Ярославович (к. т. н.)

Щур Ярослав Йосифович (д. ф.-м. н., с.н.с.)

### Керівник організації:

Демидов Іван Васильович (д. т. н., доц.)

### Керівники роботи:

Андрущак Анатолій Степанович (д. т. н., професор)

Керівник відділу реєстрації наукової діяльності  
УкрІНТЕІ



Юрченко Т.А.