

ЗАТВЕРДЖУЮ  
В.о. директора Інституту фізики напівпровідників  
ім. В.Є. Лашкарьова НАН України  
(посада)  
Мельник Віктор Павлович



**АНОТОВАНИЙ ЗВІТ**  
**про виконану роботу у 2020 році в рамках реалізації проєкту**  
**із виконання наукових досліджень і розробок**  
**“Ефекти структурно-фазових трансформацій з фрактальним самовпорядкуванням**  
**нанокристалів оксидів ванадію”**  
(назва Проєкту)

Назва конкурсу: “Підтримка досліджень провідних та молодих учених”  
Реєстраційний номер Проєкту: 2020.02/0054

Підстава для реалізації Проєкту з виконання наукових досліджень і розробок (реєстраційний номер та назва Проєкту) Реєстраційний номер проєкту: 2020.02/0054, “Ефекти структурно-фазових трансформацій з фрактальним самовпорядкуванням нанокристалів оксидів ванадію”

Рішення наукової ради Національного фонду досліджень України щодо визначення переможця конкурсу “Підтримка досліджень провідних та молодих учених” протокол від «04-07» вересня 2020 року №20.

## **1. ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ПРОЄКТ**

Тривалість виконання Проєкту  
Початок – 05 листопада 2020 року;  
Закінчення – 15 грудня 2021 року.

Загальна вартість Проєкту, грн. 6500000  
Вартість Проєкту по роках, грн.:  
1-й рік 1500000  
2-й рік 5000000

## **2. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКОНАВЦІВ ПРОЄКТУ**

до виконання Проєкту буде залучено 7 виконавців, з них:  
доктори наук 2;  
кандидати наук 3;  
інші працівники 2.

## **3. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ГРАНТООТРИМУВАЧА ТА ОРГАНІЗАЦІЮ(Ї) СУБВИКОНАВЦЯ (ІВ) ПРОЄКТУ**

**Інститут фізики напівпровідників ім. В. Є. Лашкарьова**  
**Учасник**

Організаційно-правова форма підприємства/установи/організації  
**Державна організація (установа, заклад, підприємство)**  
Підпорядкованість підприємства/установи/організації

# Національна академія наук України

Код ЄДРПОУ

05416952

Код(и) КВЕД

72.19

Стратегічні напрями наукової діяльності

Дослідження й експериментальні розробки у сфері інших природничих і технічних наук (основний)

## ПІБ керівника підприємства/установи/організації

**Мельник Віктор Павлович**

Юридична адреса підприємства/установи/організації: 03028, Україна, Київ, просп. Науки, 41

Поштова адреса: 03028, Україна, Київ, просп. Науки, 41

Фактична адреса: 03028, Україна, Київ, просп. Науки, 41

Телефон: +38 (044) 525 40 20

Адреса електронної пошти: <mailto:info@isp.kiev.ua>

Посилання на веб сторінку підприємства/установи/організації: <https://isp.kiev.ua/>

## 4. ОПИС ПРОЄКТУ

### 4.1. Мета Проєкту (до 200 знаків)

З'ясування фундаментальних аспектів впливу деформацій на структурний фазовий перехід, природи виникнення переходу метал-діелектрик та розвиток модельних уявлень про природу фрактальних трансформацій в оксиді ванадію.

### 4.2. Основні завдання Проєкту (до 400 знаків)

1. Формування структурно упорядкованих оксид-ванадієвих плівок.
2. Встановлення механізмів впливу ультразвуку на температуру і гістерезис МДП і СФП.
3. Дослідження механізмів селективного впливу ультразвуку при іонному опроміненні на дифузію, механізми росту, фрактальне упорядкування.
4. Моделювання структурних змін ґратки при фазових переходах.
5. Формування високоефективних термохромних покриттів та плівок з високим ТКО для ІЧ-мікро-болометрів.

### 4.3. Детальний зміст Проєкту:

- Сучасний стан проблеми (до 400 знаків)

Діоксид ванадію – матеріал з фазовим переходом (ФП) 1 роду при  $T=68\text{C}$ , при якій відбувається зміна опору (5 порядків). Це супроводжується структурним фазовим переходом. Фундаментальний аспект – дослідження електричних параметрів  $\text{VO}_2$  в залежності від їх легування, напружень, дефектів та розмірів нанокристалітів.

Імплантація іонами  $\text{Er}$  використовувалася з метою покращення оптичних властивостей плівок  $\text{VO}_2$ , а при імплантації кисню знижується температура ФП.

- Новизна Проєкту (до 400 знаків)

Новизна проєкту полягає в тому, що в ньому поєднані як фундаментальні дослідження, так і технологічні аспекти отримання оксид-ванадієвих плівок. Серед фундаментальних задач це дослідження природи переходу метал-діелектрик, який вносить великі фізичні зміни та супроводжує структурний фазовий перехід у корельованих матеріалах  $\text{VO}_2$ . Будуть розвинені технологічні рішення пов'язані з прецизійною іонно-променевою модифікацією та впливом акустичних хвиль на динаміку формування плівок оксидів ванадію.

- Методологія дослідження (до 400 знаків)

1. Комплексні дослідження процесів формування та модифікації оксид-ванадієвих плівкових структур.

2. Теоретичне моделювання структурних змін ґратки на атомному рівні та електронної системи при фазових переходах, поведінки імплантованих іонів та їх взаємодії з дефектами плівок.

3. Дослідження впливу різних факторів на фундаментальні фізичні властивості нанозерен.

4. Розроблення методів іонно-акустичного синтезу наноструктур.



**5. ОТРИМАНІ НАУКОВІ АБО НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ РЕЗУЛЬТАТИ (до 2 сторінок) в поточному році/ в рамках реалізації Проєкту, зокрема:**

**5.1. Опис наукових або науково-технічних результатів, отриманих в рамках виконання Проєкту (із зазначенням їх якісних та кількісних (технічних) характеристик)**

В результаті виконання даного етапу роботи були встановлені технологічні режими та проведено синтез оксид-ванадієвих плівок з прецизійним регулюванням параметра  $x$  на рівні  $\pm 0.05$ . Було визначено структурний та домішковий стани отриманих плівок. Їхні параметри (товщина 0.05-0.5 мкм, морфологія – шорсткість менше 12 нм, адгезія – термостабільність в інтервалі температур 0-500 С) дали змогу забезпечити можливості для їх подальшої іонно-променевої модифікації (іонами аргону, кисню, водню, вольфраму та алюмінію). Виявлено, що для синтезу якісної нанокристалічної плівки  $\text{VO}_2$  необхідно радикально зменшити вміст інших оксидів ( $\text{VO}$ ,  $\text{V}_2\text{O}_3$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ ). Також встановлено, що існують критичні параметри осадження (температура, швидкість, співвідношення реагентів) і кристалізації плівки, при яких вдається провести синтез моноклінної фази діоксиду ванадію з низьким вмістом інших структурних фаз.

**5.2. За наявності науково-технічної продукції обґрунтування її переваг у порівнянні з існуючими аналогами.**

Шляхом іонної імплантації були отримані еталонні зразки з різним вмістом кисню (від 30 до 70%) для калібрування обладнання та ідентифікації різних фаз в тонких плівках оксидів ванадію. Отримані залежності поверхневого опору і структурного стану плівок оксиду ванадію від швидкості осадження при різній концентрації кисню в суміші. Реалізація цього дозволить перейти до системного вивчення структурного стану нових функціональних матеріалів, які не мають аналогів у світі (3 етап виконання проєкту).

**5.3. Практична цінність отриманих результатів реалізації Проєкту для економіки та суспільства (стосується проєктів, що передбачають проведення прикладних наукових досліджень і науково-технічних розробок).**

Розроблені нові патентно-чисті технічні рішення в галузі технології отримання оксид-ванадієвих шарів, на які будуть подаватись заявки на патенти, а наявні технологічні досягнення планується розвинути на більш широкий клас сполук (наступні етапи виконання проєкту).

**5.4. Опис шляхів та способів подальшого використання результатів виконання Проєкту в суспільній практиці.**

Отримані нові технологічні рішення дозволяють впровадити операції (іонно-променевої та акустичної модифікації структури і електронної підсистеми оксидів металів) в технологічні процеси, що забезпечить нові функціональні можливості приладових систем (наступні етапи виконання проєкту).

Примітка: Анотований звіт не повинен містити відомостей, заборонених до відкритого опублікування

**Науковий керівник Проєкту**

Заступник директора

(посада)

Кладько Василь Петрович

ПІБ

(підпис)