

Національний фонд досліджень України
Конкурс проєктів із виконання наукових досліджень і розробок
“Підтримка досліджень провідних та молодих вчених”

Етапи та календарний план виконання проєкту учасника конкурсу

Назва проєкту

Розробка фізичних засад акусто-керованої модифікації та машинно-орієнтованої характеристики кремнієвих сонячних елементів

Науковий керівник проєкту

Оліх Олег Ярославович, доктор фіз.-мат. наук, доцент

4. Етапи та календарний план виконання проєкту учасника конкурсу
(українською та англійською мовами)

4.1. Етапи виконання проєкту (ЕВП) та індикатори виконання

ЕВП № 1: 15.09.2020 - 30.09.2020

Назва **ЕВП**: Формування матеріальної та розрахункової бази проєкту.

Цілі **ЕВП**: Проведення підготовки до розрахунків та вимірювань.

Завдання 1. Розробка розрахункової моделі кремнієвої n^+p-p^+ структури для симулятора сонячних елементів SCAPS 3.3.08 за реальними величинами і температурними залежностями параметрів кремнію та рекомбінаційних центрів, отриманими в результаті аналізу літературних джерел, розробка програмного забезпечення для автоматичного створення моделей з різними параметрами.

Завдання 2. Підбір кремнієвих сонячних елементів (КСЕ) з базою, легованою бором, та високою концентрацією домішкового заліза.

Індикатори виконання:

програмне забезпечення для автоматичного створення моделей n^+p-p^+ структур для симулятора сонячних елементів SCAPS; набір КСЕ з різним ступенем легування.

ЕВП № 2: 01.10.2020-15.12.2020

Назва **ЕВП**: Моделювання вольт-амперних характеристик n^+p-p^+ структур.

Цілі **ЕВП**: отримати масив даних для ВАХ n^+p-p^+ структур з різними параметрами; відпрацювати методику вимірювання кінетики світлоіндукованих процесів в КСЕ.

Завдання 1. Створення програмного забезпечення для парсингу файлів, які є результатом роботи SCAPS; проведення розрахунків вольт-амперних характеристик (ВАХ) для кремнієвих n^+p-p^+ структур з різною товщиною (150-240 мкм) та ступенем легування ($10^{15} \div 10^{17} \text{ см}^{-3}$) бази при варіації концентрації домішки в інтервалі $10^{10} \div 10^{13} \text{ см}^{-3}$ для температурного діапазону 290-340 К.

Завдання 2. Відпрацювання режимів вимірювання кінетики світло індукованих процесів в КСЕ.

Завдання 3. Підготовка доповіді на конференцію міжнародного рівня.

Завдання 4. Закупівля обладнання.

Індикатори виконання:

масив даних розрахованих ВАХ для кремнієвих структур n^+p-p^+ з різними геометричними та електрофізичними характеристиками; програмне забезпечення для парсингу файлів, які є результатом роботи SCAPS; підготовлена доповідь; тестові результати

Національний фонд досліджень України
Конкурс проєктів із виконання наукових досліджень і розробок
“Підтримка досліджень провідних та молодих вчених”

вимірювання кінетики світло індукованих процесів в КСЕ; підготовлена документація для закупівлі обладнання.

ЕВП № 3 : 01.01.2021 -31.03.2021

Назва **ЕВП**: Створення методики оцінювання кінетичних характеристик ВАХ в умовах ультразвукового навантаження.

Цілі **ЕВП**: реалізувати методику оцінювання кінетичних характеристик перебудови дефектів у бар'єрних структурах в умовах ультразвукового навантаження; опрацювати масив отриманих ВАХ відповідно до дводіючої моделі.

Завдання 1. Розробка методики оцінювання кінетичних характеристик перебудови дефектів у бар'єрних структурах в умовах ультразвукового навантаження. Тестові вимірювання.

Завдання 2. Визначення характеристик впливу світло-індукованого розпаду пар Fe-B на параметри вольт-амперних характеристик (фактор неідеальності, струм насичення, шунтуючий опір, напруга холостого ходу, струм короткого замикання) КСЕ; з'ясування кількісних характеристик кінетики зміни параметрів ВАХ внаслідок відновлення пар Fe-B.

Завдання 3. Програмна реалізація мета-евристичного методу оптимізації Jaya; визначення величини фактору неідеальності для отриманого масив вольт-амперних характеристик відповідно до дводіючої моделі.

Завдання 4. Підготовка доповіді на конференцію міжнародного рівня.

Завдання 5. Закупівля обладнання.

Індикатори виконання:

установка для оцінювання кінетичних характеристик перебудови дефектів у бар'єрних структурах в умовах ультразвукового навантаження; встановлення кількісних параметрів впливу світло-індукованого розпаду пар Fe-B на параметри вольт-амперних характеристик КСЕ; програмне забезпечення для реалізації мета-евристичного методу Jaya; масив даних розрахованих величин фактору неідеальності для кремнієвих структур n^+p з різними геометричними та електрофізичними характеристиками; підготовлена доповідь; підготовлена документація для закупівлі обладнання.

ЕВП № 4 : 01.04.2021 -30.06.2021

Назва **ЕВП**: Створення штучної нейронної мережі для оцінки концентрації заліза в КСЕ.

Цілі **ЕВП**: з'ясувати фізичні закономірності акусто-дефектної взаємодії у КСЕ при використанні повздовжніх хвиль ультразвукового діапазону; створення штучної нейронної мережі для оцінки концентрації домішкових атомів заліза за характеристиками ВАХ.

Завдання 1. Визначення закономірностей змін параметрів КСЕ внаслідок світло-індукованої деградації в умовах ультразвукового навантаження при використанні повздовжніх хвиль.

Завдання 2. Визначення кінетичних характеристик зміни параметрів ВАХ внаслідок відновлення пар Fe-B в умовах ультразвукового навантаження при використанні повздовжніх хвиль.

Завдання 3. Налаштовування гіперпараметрів штучної нейронної мережі, спроможної передбачити концентрацію домішкових атомів заліза на основі фактору неідеальності; навчання нейронної мережі.

Національний фонд досліджень України
Конкурс проєктів із виконання наукових досліджень і розробок
“Підтримка досліджень провідних та молодих вчених”

Завдання 4. Підготовка доповіді на конференцію міжнародного рівня.

Індикатори виконання:

з'ясовані фізичні закономірності взаємодії дефектних комплексів, пов'язаних із атомами перехідних металів, у КСЕ з повздовжніми пружними хвилями; підготовлена доповідь; налаштована штучна нейронної мережа для оцінки концентрації атомів заліза в кремнієвих n^+ - p - p^+ структурах.

ЕВП № 5 : 01.07.2021 -30.09.2021

Назва **ЕВП**: Поперечні ультразвукові хвилі як інструмент керованої модифікації КСЕ.

Цілі **ЕВП**: з'ясувати фізичні закономірності взаємодії дефектних комплексів, пов'язаних із атомами перехідних металів, у КСЕ з поперечними хвилями ультразвукового діапазону.

Завдання 1. Визначення закономірностей змін параметрів КСЕ внаслідок світло-індукованої деградації в умовах ультразвукового навантаження при використанні поперечних хвиль.

Завдання 2. Визначення кінетичних характеристик зміни параметрів ВАХ внаслідок відновлення пар Fe-B в умовах ультразвукового навантаження при використанні поперечних хвиль.

Завдання 3. Підготовка статті у фаховий журнал.

Індикатори виконання:

з'ясовані фізичні закономірності взаємодії дефектних комплексів, пов'язаних із атомами перехідних металів, у КСЕ з поперечними пружними хвилями; підготовлена стаття.

ЕВП № 6 : 01.10.2021 -15.12.2021

Назва **ЕВП**: Конкретизація фізичних механізмів акусто-дефектної взаємодії та розробка рекомендацій щодо практичного використання.

Цілі **ЕВП**: Узагальнення результатів, отриманих під час виконання проєкту у вигляді рекомендацій.

Завдання 1. Визначення фізичних механізмів впливу акустичних хвиль на процес перебування дефектних комплексів, пов'язаних із атомами перехідних металів, у КСЕ.

Завдання 2. Розробка рекомендацій щодо практичного використання ультразвукового навантаження під час виробництва КСЕ.

Завдання 3. Розробка рекомендацій щодо методу кількісної оцінки електрично-активних дефектів у бар'єрних структурах за величиною фактору неідеальності.

Завдання 4. Підготовка статті у фаховий журнал.

Індикатори виконання:

з'ясування механізмів взаємодії дефектних комплексів, пов'язаних із атомами перехідних металів, у КСЕ з пружними хвилями ультразвукового діапазону; рекомендації щодо практичного застосування ультразвукового навантаження під час виробництва КСЕ та шляху кількісної оцінки електрично-активних дефектів у бар'єрних структурах за величиною фактору неідеальності; підготовлена стаття.

Національний фонд досліджень України
Конкурс проєктів із виконання наукових досліджень і розробок
“Підтримка досліджень провідних та молодих вчених”

4.2. Календарний план виконання проєкту (за кварталами)

Етап виконання проєкту та завдання	Термін реалізації					
	Рік 1		Рік 2			
	3 кв	4 кв	1 кв	2 кв	3 кв	4 кв
1.Формування матеріальної та розрахункової бази проєкту	+					
Завдання 1. Розробка розрахункової моделі кремнієвої n^+p -структури для симулятора сонячних елементів SCAPS 3.3.08 з отриманих в результаті аналізу літературних джерел реальних величин та температурних залежностей параметрів кремнію та рекомбінаційних центрів, розробка програмного забезпечення для автоматичного створення моделей з різними параметрами.	+					
Завдання 2. Підбір кремнієвих сонячних елементів (КСЕ) з базою, легованою бором, та високою концентрацією домішкового заліза.	+					
Розмір фінансування, тис.грн.	72,3					
2. Моделювання вольт-амперних характеристик n^+p -структур		+				
Завдання 1. Створення програмного забезпечення для парсингу файлів, які є результатом роботи SCAPS; проведення розрахунків вольт-амперних характеристик (ВАХ) для n^+p -структур з різною товщиною (150-240 мкм) та		+				

Національний фонд досліджень України
Конкурс проєктів із виконання наукових досліджень і розробок
“Підтримка досліджень провідних та молодих вчених”

ступенем легування ($10^{15} \div 10^{17}$ см ⁻³) бази при варіації концентрації домішки в інтервалі $10^{10} \div 10^{13}$ см ⁻³ для температурного діапазону 290-340 К.						
Завдання 2. Відпрацювання режимів вимірювання кінетики світло індукованих процесів в КСЕ.		+				
Завдання 3. Підготовка доповіді на конференцію міжнародного рівня		+				
Завдання 4. Закупівля обладнання.		+				
Розмір фінансування, тис.грн.		2947,6				
3. Створення методики оцінювання кінетичних характеристик ВАХ в умовах ультразвукового навантаження			+			
Завдання 1. Розробка методики оцінювання кінетичних характеристик перебудови дефектів у бар'єрних структурах в умовах ультразвукового навантаження. Тестові вимірювання.			+			
Завдання 2. Визначення характеристик впливу світло-індукованого розпаду пар Fe-B на параметри вольт-амперних характеристик (фактор неідеальності, струм насичення, шунтуючий опір, напруга холостого ходу, струм короткого замикання) КСЕ; з'ясування кількісних характеристик кінетики зміни параметрів ВАХ внаслідок відновлення пар Fe-B.			+			

Національний фонд досліджень України
Конкурс проєктів із виконання наукових досліджень і розробок
“Підтримка досліджень провідних та молодих вчених”

Завдання 3. Програмна реалізація мета-евристичного методу оптимізації Java; визначення величини фактору неідеальності для отриманого масив вольт-амперних характеристик відповідно до дво-діодної моделі.			+			
Завдання 4. Підготовка доповіді на конференцію міжнародного рівня.			+			
Завдання 5. Закупівля обладнання.						
Розмір фінансування, тис.грн.			1772,8			
4. Створення штучної нейронної мережі для оцінки концентрації заліза в КСЕ				+		
Завдання 1. Визначення закономірностей змін параметрів КСЕ внаслідок світло-індукованої деградації в умовах ультразвукового навантаження при використанні повздовжніх хвиль.				+		
Завдання 2. Визначення кінетичних характеристик зміни параметрів ВАХ внаслідок відновлення пар Fe-B в умовах ультразвукового навантаження при використанні повздовжніх хвиль.				+		
Завдання 3. Налаштовування гіперпараметрів штучної нейронної мережі, спроможної передбачити концентрацію домішкових атомів заліза на основі фактору неідеальності; навчання нейронної мережі.				+		

Національний фонд досліджень України
Конкурс проєктів із виконання наукових досліджень і розробок
“Підтримка досліджень провідних та молодих вчених”

Завдання 4. Підготовка доповіді на конференцію міжнародного рівня.				+		
Розмір фінансування, тис.грн.				617,5		
5. Поперечні ультразвукові хвилі як інструмент керованої модифікації КСЕ.					+	
Завдання 1. Визначення закономірностей змін параметрів КСЕ внаслідок світло-індукованої деградації в умовах ультразвукового навантаження при використанні поперечних хвиль.					+	
Завдання 2. Визначення кінетичних характеристик зміни параметрів ВАХ внаслідок відновлення пар Fe-B в умовах ультразвукового навантаження при використанні поперечних хвиль.					+	
Завдання 3. Підготовка статті у фаховий журнал.					+	
Розмір фінансування, тис.грн.					606,4	
6. Конкретизація фізичних механізмів акусто-дефектної взаємодії та розробка рекомендацій щодо практичного використання						+
Завдання 1. Визначення механізмів впливу акустичних хвиль на процес перебудови дефектних комплексів, пов'язаних із атомами перехідних металів, у						+

Національний фонд досліджень України
Конкурс проєктів із виконання наукових досліджень і розробок
“Підтримка досліджень провідних та молодих вчених”

КСЕ.						
Завдання 2. Розробка рекомендацій щодо практичного використання ультразвукового навантаження під час виробництва КСЕ.						+
Завдання 3. Розробка рекомендацій щодо методу кількісної оцінки електрично-активних дефектів у бар'єрних структурах за величиною фактору неідеальності.						+
Завдання 4. Підготовка статті у фаховий журнал.						+
Розмір фінансування, тис.грн.						492,2

Національний фонд досліджень України
Конкурс проєктів із виконання наукових досліджень і розробок
“Підтримка досліджень провідних та молодих вчених”

Розділ VII. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ОБСЯГИ ФІНАНСУВАННЯ ПРОЄКТУ

1. Обсяг фінансування, необхідний для виконання проєкту за статтями витрат

1) Загальний обсяг фінансування 6508830 грн

2) Фінансування за роками:

1-й рік 3019860 грн

2-й рік 3488970 грн

3) Фінансування проєкту (поквартально) на весь період його виконання

1-й етап 72270 грн

2-й етап 2947590 грн

3-й етап 1772810 грн

4-й етап 617540 грн

5-й етап 606410 грн

6-й етап 492210 грн

4) Обсяг фінансування за окремими статтями витрат:

Таблиця 1. Загальні витрати на виконання

Загальні витрати на виконання проєкту	Рік 1 Грн.	Рік 2 Грн.
1. Прямі витрати	2717870	2882940
1.1. Витрати на оплату праці, включно з нарахуваннями	390250	1495960
1.2. Матеріали, необхідні для виконання робіт, крім спецустаткування	65000	101900
1.3. Спецустаткування (обладнання)	2262620	1105750
1.4. Витрати на службові відрядження		179330
2. Непрямі витрати (не більше 10% від загального обсягу витрат)	301990	348890
3. Витрати на виконання проєкту субвиконавцем	0	0
4. Інші витрати (за необхідності)		257140
Разом, грн	3019860	348890