

орієнтований на розробку фізичних зasad методу, що базується на використанні комплексних процесів, де ультразвуку відведена роль додаткового чинника та певного фактору коригування.

Експериментальна частина проекту має на меті встановити фізичні закономірності та механізми впливу акустичних хвиль на процес перебудови дефектних комплексів, пов'язаних із атомами перехідних металів та передбачає визначення закономірностей змін параметрів КСЕ (фактор неідеальноті, струм насичення, шунтуючий опір, напруга холостого ходу, струм короткого замикання) внаслідок світло-індукованої деградації в умовах ультразвукового навантаження (повздовжні та поперечні хвилі з частотою (1-30) МГц та інтенсивністю (0,1-1 Вт/см²) в температурному діапазоні 290-350 К) та порівняння із випадком відсутності звуку; визначення кінетичних характеристик зміни параметрів ВАХ внаслідок відновлення пар Fe-B в умовах ультразвукового навантаження та порівняння з беззвуковим випадком; розробку рекомендацій щодо спрямованої зміни експлуатаційних характеристик КСЕ шляхом акустостимульованої деактивації дефектів. Вибір домішкової пари Fe-B як безпосереднього об'єкту акусто-керованої модифікації в КСЕ зумовлений, зокрема, поширеністю даного дефекту у реальних сонячних елементах та його суттєвим впливом на ефективність фотоелектричного перетворення, а також тим, що з компонентами пари пов'язана зміна об'єму кристалу різного знаку, а саме, для дефектів такого типу, відповідно до попередніх досліджень, очікується найбільша ефективність акусто-дефектної взаємодії.

Неруйнівні методи, що мають на меті оцінку концентрації домішок у напівпровідниковых структурах, зокрема в КСЕ, мають важливе значення з прикладної точки зору. На сьогодні розроблено чимало як прямих, так і непрямих методів, що дозволяють вирішити подібне завдання. Проте практично всі вони вимагають чи спеціальної підготовки об'єктів для досліджень, чи спеціалізованого обладнання. Водночас, чи не найпоширенішим методом характеризації сонячних елементів є вимірювання вольт-амперних характеристик (ВАХ). Параметри КСЕ зокрема та процеси поширення носіїв загалом залежать від наявності електрично активних дефектів і тому існує принципова можливість визначення концентрації останніх за виглядом ВАХ. Однією з найголовніших перепон на шляху розробки подібного зручного для використання та експресного методу є багатопараметричність взаємозв'язку концентрації рекомбінаційних центрів та параметрів ВАХ. Цей проект передбачає подолання цієї перешкоди завдяки використанню методів глибокого навчання, які орієнтовані на вирішення задач, де не передбачається можливість чіткої алгоритмізації. Для успішного застосування глибокого навчання є необхідним наявність значної за об'ємом бази даних. У цьому проекті передбачено створення відповідного масиву даних шляхом моделювання ВАХ для кремнієвих структур n+-p-p+ з різною товщиною (150-240 мкм) та різним 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. При цьому буде враховано можливість знаходження атомів заліза у міжвузольному стані та у складі пари Fe-B, а також різні зарядові стани дефекту. Останнім етапом цього напряму проекту буде налаштування (підбір кількості скованих шарів та нейронів в них, методу регуляризації, активаційної функції, швидкості навчання) та навчання штучної нейронної мережі, спроможної передбачити концентрацію домішкових атомів заліза на основі параметрів сонячного елементу, умов вимірювання та значення фактору неідеальноті.

Тривалість виконання проекту

Початок, рік	2020
Завершення, рік	2021

Тривалість виконання Проекту у 2021 році

Початок (відповідно до Календарного плану), місяць, рік:	Травень, 2021 р.
Завершення, місяць, рік:	Грудень, 2021

Обсяг фінансування проекту у 2021 році, грн.	2 882 355,00
---	---------------------

2. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКОНАВЦІВ ПРОЄКТУ (заповнюється відповідно до поданої заявки)

Загальна кількість виконавців	Доктори наук	Кандидати наук	Інші працівники
6	2	2	2

Перелік виконавців проекту, робота яких оплачується зі статті витрат «Прямі витрати» (Оплата праці) Грантоотримувача:

№ п/п	ПІБ	Основне місце роботи	Посада	Науковий ступінь
1	Оліх Олег Ярославович	Київський національний університет імені Тараса Шевченка	доцент кафедри загальної фізики	доктор фізико-математичних наук, доцент
2	Костильов Віталій Петрович	Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України	завідувач лабораторії Фізико-технічних основ напівпровідникової фотоенергетики	доктор фізико-математичних наук, професор
3	Власюк Віктор Миколайович	Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України	науковий співробітник у лабораторії Фізико-технічних основ напівпровідникової фотоенергетики	кандидат фізико-математичних наук
4	Лозицький Олег Всеолодович	Київський національний університет імені Тараса Шевченка	асpirант кафедри загальної фізики	
5	Коркішко Роман Михайлович	Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України	науковий співробітник у лабораторії Фізико-технічних основ напівпровідникової фотоенергетики	кандидат технічних наук

6	Майко Катерина Олександрівна	Київський національний університет імені Тараса Шевченка		аспірант кафедри експериментальної фізики
---	---------------------------------	---	--	---

Перелік виконавців проекту, робота яких оплачується зі статті витрат «Витрати на виконання проекту субвиконавцем» (Оплата праці):

Залучення субвиконавців не передбачається

3. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ОРГАНІЗАЦІЮ(Ї) СУБВИКОНАВЦЯ(ІВ) ПРОЄКТУ (заповнюється відповідно до поданої заяви в разі залучення)

Залучення субвиконавців не передбачається

4. ОПИС ПРОЄКТУ (заповнюється відповідно до поданої заяви)

4.1. Мета Проекту(до 500 знаків)

Розробка фізичних зasad методу акустостимульованої деактивації дефектів, пов'язаних з атомами переходів металів, у монокристалічних кремнієвих сонячних елементах (КСЕ) з метою покращення експлуатаційних характеристик (ефективності, світлодеградаційної стійкості). Розробка експрес-методу оцінки концентрації електрично-активних центрів у кремнієвих бар'єрних структурах на основі вимірювання вольт-амперних характеристик з використанням методів глибокого навчання.

4.2. Основні завдання Проекту (до 1000 знаків)

Розробити методику оцінювання кінетичних характеристик перебудови дефектів у бар'єрних структурах в умовах ультразвукового навантаження. Встановити фізичні закономірності та механізми впливу акустичних хвиль на процес перебудови дефектних комплексів, пов'язаних із атомами переходів металів, у КСЕ залежно від температури, інтенсивності та типу коливань.

Шляхом моделювання з'ясувати вплив геометричних особливостей, ступеню легування та наявності різних типів дефектів на особливості формування вольт-амперних характеристик типових кремнієвих сонячних елементів в широкому температурному діапазоні. Використовуючи методи глибокого навчання, встановити взаємозв'язок між величиною фактору неідеальності та концентрацією рекомбінаційних центрів. Запропонувати метод кількісної оцінки електрично-активних дефектів у бар'єрних структурах за величиною фактору неідеальності.

4.3. Детальний зміст Проекту:

- Сучасний стан проблеми (до 2 сторінок)

Для сучасної цивілізації використання відновлюваних джерел енергії є життєво необхідним. Серед різноманітних технологій, спрямованих на вирішення цього завдання, особливе місце займає безпосереднє перетворення сонячного випромінювання на електроенергію. Унікальність такого підходу пов'язана, насамперед, з можливістю задоволення енергетичних потреб без хімічного та теплового забруднення навколошнього середовища, при цьому генерація енергії може відбуватися безпосередньо в околі місця споживання. Як наслідок, на сьогодні сонячна фотовольтаїка характеризується найшвидшими темпами зростанням серед усіх енергетичних технологій у світі.

Понад 90% з більше ніж 550 ГВт·год енергії, яка виробляється на сучасному етапі внаслідок застосування фотовольтаїчних перетворювачів, припадає на кремнієві сонячні елементи (КСЕ). Ці системи створюється з використанням аморфного, полікристалічного чи кристалічного кремнію, причому частка останніх складає близько 40%. Як і для інших напівпровідниківих пристройів, одним з визначальних чинників властивостей КСЕ є система дефектів, зокрема, їхній домішковий склад. Зауважимо, що з метою здешевлення кінцевої продукції для створення КСЕ

переважно використовуються кристали відносно невисокої чистоти. Так, однією з найпоширеніших і водночас з найшкідливіших домішок є атоми заліза та інших перехідних металів. Чимало зусиль науковців спрямовані на розробку на реалізацію технологічних методів, що мають на меті переведення подібних дефектів у електрично-неактивний стан, зокрема внаслідок їхнього гетерування. Проте коефіцієнти корисної дії реальних елементів суттєво нижчі за теоретичну межу. З цієї точки зору зрозуміло, що питання розуміння поведінки дефектів та керування їхнім станом мають фундаментальне значення для покращення експлуатаційних характеристик пристрійв.

Загальнозвінаними методами зовнішньої активації/деактивації технологічно функціональних дефектів для управління властивостями напівпровідниківих структур є опромінення та термообробка, які, проте, суттєво впливають і на стан кристала загалом. Іншим варіантом модифікації дефектної підсистеми є збудження у кристалі пружних коливань. У літературі, зокрема, показано, що акустичні хвилі у неп'єзоелектричних матеріалах здатні викликати перерозподіл домішок та викликати перебудову окремих точкових дефектів, причому такий спосіб характеризується вибірковістю впливу саме на області з порушеннями періодичності та може бути реалізований при кімнатних температурах. Крім того, показано слухність використання ультразвукового навантаження як додаткового фактору впливу під час технологічних операцій, таких як, наприклад, іонна імплантация. Водночас, наявної інформації недостатньо для формування цілісних уявлень щодо акусто-дефектної взаємодії у напівпровідниківих, зокрема кремнієвих, кристалах. Як наслідок, можливості активного ультразвукового впливу не використовуються під час виготовлення сонячних елементів, на відміну від багатьох інших технологічних процесів.

Неруйнівні методи, що мають на меті оцінку концентрації домішок, у тому числі перехідних металів, у напівпровідниківих кристалах та структурах на їхній основі, зокрема сонячних елементах, мають важливе значення з прикладної точки зору. На сьогодні розроблено чимало як прямих (інфрачервона томографія, електронно-парамагнітний резонанс, нестационарна спектроскопія і т.п.), так і непрямих (поверхневої фотоерс, вимірю часу життя неосновних носіїв) методів, що дозволяють вирішити подібне завдання. Проте практично всі вони вимагають чи спеціальної підготовки об'єктів для досліджень, чи спеціалізованого обладнання. Водночас, чи не найпоширенішим методом характеризації сонячних елементів є вимірювання вольт-амперних характеристик (ВАХ), який, зокрема, дозволяє отримати такі фундаментальні параметри даних пристрійв як коефіцієнт корисної дії, напруга холостого ходу та струм короткого замикання. Очевидно, що ці характеристики зокрема та процеси поширення носіїв загалом залежать від наявності електрично активних дефектів і тому існує принципова можливість визначення концентрації останніх за виглядом ВАХ. Однією з найголовніших перепон на шляху розробки подібного зручного для використання та експресного методу є багатопараметричність взаємозв'язку концентрації рекомбінаційних центрів та параметрів ВАХ, які можуть бути визначені шляхом апроксимації експериментальних кривих. Проте в останнє десятиліття методи глибокого навчання, спрямовані, зокрема, на вирішення задач, де не передбачається можливість чіткої алгоритмізації, знаходять успішне застосування у різних галузях теоретичної та прикладної фізики. Це дозволяє сподіватись на можливість реалізації вказаного методу характеризації сонячних елементів з використанням подібних підходів.

- Новизна Проєкту (до 1 сторінки)

Перша частина проєкту пов'язана з експериментальним встановленням закономірностей динамічних акусто-індукованих ефектів у КСЕ. На відміну від численних попередніх досліджень, у яких акустичні хвилі використовувались як одноосібний інструмент незворотної модифікації неп'єзоелектричної напівпровідникової системи шляхом виведення її зі стабільного (метастабільного) стану, даний проєкт передбачає з'ясування фізичних особливостей та механізмів впливу ультразвукового навантаження на процеси перебудови дефектних комплексів, ініційовані іншим активаційним чинником (освітленням) чи викликані прагненням системи повернутися до стану термодинамічної рівноваги. Тобто, проєкт орієнтований на розробку

фізичних основ методу, що базується на використанні комплексних процесів, де ультразвуку відведена роль додаткового чинника та певного коректуючого фактору. Крім того, новизна проекту пов'язана з вибором об'єкту для вивчення акустичної активності, а саме, домішок атомів перехідних металів та комплексів за їхньою участю у монокристалічному кремнії.

Друга частина проекту спрямована на розробку нового експрес-методу оцінки концентрації рекомбінаційних центрів, який є простим за реалізацією доповненням стандартної процедури характеризації КСЕ за допомогою ВАХ. Запропонований підхід передбачає низку нових підходів, зокрема, використання величини фактору неідеальності як кількісного показника концентрації рекомбінаційних центрів та застосування методів глибокого навчання для встановлення взаємозв'язку вказаних величин.

- Методологія дослідження (до 2 сторінок)

Експериментальна частина проекту має на меті встановити фізичні закономірності та механізми впливу акустичних хвиль на процес перебудови дефектних комплексів, пов'язаних із атомами перехідних металів та передбачає наступні етапи: 1) підбір реальних КСЕ з базою, легованою бором, та високою концентрацією домішкового заліза; 2) визначення 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; 3) з'ясування кількісних характеристик кінетики зміни параметрів ВАХ внаслідок відновлення пар Fe-B; 4) визначення закономірностей змін параметрів КСЕ внаслідок світло-індукованої деградації в умовах ультразвукового навантаження (повздовжні та поперечні хвилі з частотою (1-30) МГц та інтенсивністю (0,1-1) Вт/см² в температурному діапазоні 290-350 К) та порівняння із беззвуковим випадком; 5) визначення кінетичних характеристик зміни параметрів ВАХ внаслідок відновлення пар Fe-B в умовах ультразвукового навантаження та порівняння з випадком відсутності звуку; 6) розробка рекомендацій щодо спрямованої зміни експлуатаційних характеристик КСЕ шляхом акустостимулюваної деактивації дефектів.

Вибір домішкової пари Fe-B як безпосереднього об'єкту акусто-керованої модифікації в КСЕ зумовлений декількома факторами. А саме

- а) поширеністю даного дефекту у реальних сонячних елементах та його суттєвим впливом на ефективність фотоелектричного перетворення;
- б) високим ступенем вивченості параметрів Fe-B;
- в) легкістю ініціації перебудови комплексу: пара руйнується під впливом освітлення і відновлюється у темряві, причому характерний час останнього процесу при кімнатних температурах складає десятки хвилин;
- г) з компонентами пари пов'язана зміна об'єму кристалу $\Delta\Omega$ різного знаку: бор є домішкою заміщення з іонним радіусом, який менший ніж для атомів кремнію Si, тоді як для міжузлового заліза $\Delta\Omega > 0$; а саме для дефектів такого типу, відповідно до попередніх досліджень, очікується найбільша ефективність акусто-дефектної взаємодії.

Розробка методу характеризації домішкового складу сонячних елементів на основі вимірювання ВАХ передбачається шляхом теоретичного моделювання кремнієвих n+-p-p+ структур з домішками атомів перехідних металів (на прикладі заліза). Ця частина включає розрахунки ВАХ для структур з різною товщиною (150-240 мкм) та 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. При цьому буде враховано можливість знаходження атомів заліза у міжузольному стані та у складі пари Fe-B, а також різні зарядові стани дефекту. Розрахунки будуть здійснені за допомогою симулятора сонячних елементів SCAPS 3.3.08 з врахуванням отриманих в результаті аналізу літературних джерел реальних величин та температурних залежностей параметрів кремнію (ширина та звуження забороненої зони, рухливості, теплової швидкості та ефективної маси носіїв, коефіцієнтів власної рекомбінації тощо) та рекомбінаційних центрів. Наступний етап – визначення фактору неідеальності для розглянутих структур шляхом апроксимації отриманих ВАХ. Апроксимація буде здійснюватися відповідно до дводіодної моделі з використанням мета-евристичного методу оптимізації Jaya. Останній етап – налаштування (підбір кількостей схованих

шарів та нейронів в них, методу регуляризації, активаційної функції, швидкості навчання) та навчання (на основі масиву даних, отриманих попередньо) штучної нейронної мережі, спроможної передбачити концентрацію домішкових атомів заліза на основі параметрів сонячного елементу, умов вимірювання ВАХ та отриманого в результаті апроксимації ВАХ значення фактору неідеальності. Орієнтовний інструмент роботи зі штучною нейронною мережею – пакет Keras.

- Інформація про наявну матеріально-технічну базу, обладнання та устаткування, необхідні для виконання Проекту (до 1 сторінки)

Центр випробувань фотоперетворювачів і батарей фотоелектричних укомплектований наступним обладнанням і стандартними зразками:

- установкою фототехнічних випробувань сонячних елементів;
- установкою для визначення спектральних характеристик фотоперетворювачів;
- установкою для електричних і фототехнічних випробувань сонячних батарей;
- вимірювачем фотоенергетичних параметрів сонячних модулів „Фотон-3”;
- установкою імпульсного тестування фотоелектричних модулів і батарей;
- вимірювачем енергетичної освітленості ВЕО-01;
- зразковими фотоперетворювачами;
- лазерним еліпсометром;

Крім того, наявна матеріально-технічна база включає наступні елементи

- установка для вимірювання вольт-амперних характеристик ((-5(5) В, (10-8(2(10-2) А, точність 0,1%, швидкість – до 50 вимірів/с);
- термостат на базі пропорційно-інтегрально-диференційного контролера (температурна стабільність (0,02 К);
- п'зоелектричні перетворювачі для збудження повздовжніх та поперечних хвиль у діапазоні (1(30) МГц;
- комплекс для ультразвукового навантаження (генератор ГЗ-41, частотомір ЧЗ-34, цифровий осцилограф GDS-806S, характерограф Х1-48);
- комп'ютер AMDA4–3400, 2.7GHz CPU, 3072 MB RAM.

- Очікувані результати виконання Проекту (до 1 сторінки)

а) Опис наукової або науково-технічної продукції (за її наявності), яка буде створена в результаті виконання проекту:

Очікувана в результаті виконання Проекту наукова продукція полягає у

- з'ясуванні фізичних закономірностей та механізмів взаємодії дефектних комплексів, пов'язаних із атомами переходів металів, у КСЕ з пружними хвилями ультразвукового діапазону;
- оцінці можливостей цілеспрямованого керування характеристиками кремнієвих сонячних елементів шляхом застосування ультразвукового навантаження під час виробництва та розробці рекомендацій щодо практичного використання даного підходу;
- розробці фізичних основ методу оцінки концентрації електрично-активних дефектів у бар'єрних структурах за величиною фактору неідеальності;
- створенні масиву даних (блізько 15 тисяч наборів) розрахованих величин фактору неідеальності для кремнієвих структур n+-p-p+ з різними геометричними та електрофізичними характеристиками;
- налаштуванні штучної нейронної мережі для оцінки концентрації атомів заліза в кремнієвих n+-p-p+ структурах;
- підготовка не менше 2 статей у журналах першого та другого квартилів;
- підготовка не менше 3 доповідей на конференціях міжнародного рівня.

б) Обґрунтування переваг очікуваної наукової або науково-технічної продукції порівнянні з існуючими аналогами на підставі порівняльного аналізу.

Отримання наукової або науково-технічної продукції не передбачається.

в) Обґрунтування практичної цінності запланованих результатів реалізації Проєкту для економіки та суспільства (стосується проектів, що передбачають проведення прикладних наукових досліджень і науково-технічних розробок).

Проект передбачає проведення фундаментальних досліджень.

- Опис шляхів та способів подальшого використання результатів виконання Проєкту в суспільній практиці (до 1 сторінки)

Встановлені фізичні закономірності впливу ультразвукового навантаження на процеси перебудови домішкових центрів, пов'язаних з атомами перехідних металів, можуть бути використані для модифікації стандартних технологічних операцій, що використовуються при створенні кремнієвих сонячних елементів, з метою деактивації вказаних дефектів. Визначені особливості акусто-дефектної взаємодії дозволяють налаштовувати параметри ультразвукового впливу задля отримання найбільшої ефективності контролюваної модифікації дефектної підсистеми. Крім того, отримані результати можуть стати основою для розробки методів акустичної інженерії дефектів у напівпровідникова пристроях.

З'ясовані кількісні характеристики взаємозв'язку величини фактору неідеальності та концентрації рекомбінаційних центрів можуть бути покладені в основу експрес-методу оцінки домішкового складу реальних сонячних елементів. Налаштована штучна нейронна мережа може бути безпосередньо використана для оцінки концентрації атомів заліза в кремнієвих n+-p-p+ структурах, де вказані дефекти є основними рекомбінаційними центрами.

4.4. Виконання Проєкту у 2021 році:

- Обґрунтування необхідності придбання у 2021 році за рахунок гранту обладнання та устаткування, а також напрямів їх використання після завершення реалізації Проєкту (наводиться у випадку, якщо придбання спецустаткування передбачене заявкою) (до 1 сторінки).

№ п/п	Найменування обладнання	Обґрунтування необхідності придбання та напрямки подальшого використання
1.	Мультиметр Keithley 2450	Цей прилад поєднує можливості прецезійного джерела напруги та струму з точним мультиметром (6,5 разрядів, виміри напруги, струму та опору). Необхідність його придбання у даному проєкті пов'язана з можливістю реалізації швидкісних вимірювань вольт-амперних характеристик: прилад дозволяє проводити до 3 130 вимірювань в секунду, що на два порядки перевищує можливості наявного обладнання; водночас характерні часи світлоіндукованих процесів у сонячних елементах найчастіше знаходяться у діапазоні $10^{-3} \div 10^1$ с і тому використання даного приладу дозволить визначати фізичні закономірності подібних явищ та впливу на них акустичних хвиль.
2.	LRC вимірювач Sourcetronic ST2829C	Система дозволяє, зокрема, визначати ємність в діапазоні 0,00001 пФ до 9,99999 Ф на частоті 20 Гц - 1 МГц.
3.	Регульоване джерело живлення ITECH IT6332B	Необхідність придбання у пов'язана з розширенням можливостей тестування кремнієвих сонячних елементів та підготовки рекомендацій для модифікації технологічних процесів завдяки проведенню вольт-фарад досліджень у широкому частотному діапазоні. Час одного вимірювання - від 9 мс, що дозволяє охарактеризувати світлоіндуковані зміни в сонячних елементах в динамічному режимі.
4.	Прецизійний мультиметр Keithley DMM6500	Необхідність придбання зумовлена здатністю високоточного (0,0025 %) вимірювання низькоенергетичних сигналів (від 10^{-7} В та 10^{-11} А) зі швидкістю до 21 000 вимірювань за секунду. Так

		як перезарядка дефектів у напівпровідникових пристроях внаслідок захоплення носіїв заряду відбувається за $10^{-6} \div 10^{-4}$ с, то подібний пристрій дозволить безпосередньо охарактеризувати подібні процеси, а також вплив на них зовнішніх чинників, що є одним із завдань проекту.
		Після завершення проекту комплекс калібратор-мультиметр Keithley 2400, LRC вимірювач Sourcemetric ST2829C, джерело ITECH IT6332B та мультиметр Keithley-DMM6500 буде використовуватися для дослідження параметрів різноманітних напівпровідникових пристрій та структур, а також для тестування методів активного впливу на їхні властивості. Зокрема, завдяки можливостям швидких вимірювань малих струмів (від 10 пА), він буде використовуватися для характеристизації наноелектронних пристрій.
5.	Ноутбук HP Pavilion Gaming 15	Глибоке навчання передбачає роботу з великими об'ємами даних, що висуває достатньо жорсткі вимоги до швидкодії та оперативної пам'яті обчислювальних пристрій. Більшість інструментів для роботи зі штучними нейронними мережами, зокрема Keras, який планується використати під час реалізації проекту, оптимізовані саме для використання технологій паралельних обчислень з використанням відеопроцесорів, що підтримують технологію CUDA. На жаль, наявний комп'ютерний парк з цієї точки зору є застарілим і для ефективної роботи, передбаченої в рамках проекту необхідне обладнання з більшою розрахунковою потужністю. Після завершення гранту ноутбук буде і надалі використовуватися для реалізації процесів глибокого навчання

- Можливі ризики, що можуть вплинути на реалізацію Проекту у 2021 році (до 1 сторінки). Введення жорсткого карантину перешкодить виконанню експериментальних досліджень у повному обсязі.

5. НАУКОВІ АБО НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ РЕЗУЛЬТАТИ, ЩО ОЧІКУЮТЬСЯ ОТРИМАТИ У 2021 РОЦІ (до 2 сторінок)

5.1. Опис наукових або науково-технічних результатів, які очікуються отримати в рамках виконання Проекту (із зазначенням їх очікуваних якісних та кількісних (технічних) характеристик)

Експериментальний стенд 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 кремнієвих сонячних елементів (КСЕ); з'ясовані фізичні закономірності та механізми взаємодії дефектних комплексів, пов'язаних із атомами перехідних металів, у КСЕ з повздовжніми та поперечними пружними хвилями ультразвукового діапазону; програмне забезпечення для реалізації мета-евристичного методу Jaya; масив даних розрахованих величин фактору неідеальності для кремнієвих структур $n^+ - p - p^+$ з різними геометричними та електрофізичними характеристиками; налаштована штучна нейронної мережа для оцінки концентрації атомів заліза в кремнієвих $n^+ - p - p^+$ структурах; 3 підготовлені доповіді на конференції міжнародного рівня. 2 підготовлені статті для журналів першого та другого квартилів.

5.2. Опис шляхів та способів подальшого використання результатів виконання Проекту в суспільній практиці

Встановлені фізичні закономірності впливу ультразвукового навантаження на процеси перебудови домішкових центрів, пов'язаних з атомами перехідних металів, можуть бути використані для модифікації стандартних технологічних операцій, що використовуються при створенні кремнієвих сонячних елементів, з метою деактивації вказаних дефектів. Визначені особливості акусто-дефектної взаємодії дозволяють налаштовувати параметри ультразвукового впливу задля отримання найбільшої ефективності контролюваної модифікації дефектної підсистеми. Крім того, отримані результати можуть стати основою для розробки методів акустичної інженерії дефектів у напівпровідникова пристроях.

З'ясовані кількісні характеристики взаємозв'язку величини фактору неідеальноті та концентрації рекомбінаційних центрів можуть бути покладені в основу експрес-методу оцінки домішкового складу реальних сонячних елементів. Налаштована штучна нейронна мережа може бути безпосередньо використана для оцінки концентрації атомів заліза в кремнієвих n+-p-p+ структурах, де вказані дефекти є основними рекомбінаційними центрами.

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

Отримання наукової або науково-технічної продукції не передбачається.

5.4. Практична цінність запланованих результатів реалізації Проекту для економіки та суспільства (стосується проектів, що передбачають проведення прикладних наукових досліджень і науково-технічних розробок)

Проект передбачає проведення фундаментальних досліджень.

Технічне завдання до Проекту із виконання наукових досліджень і розробок не повинно містити відомостей, заборонених до відкритого опублікування.

Науковий керівник Проекту

доцент кафедри загальної фізики Київського національного університету імені Тараса Шевченка

(посада)

Олег ОЛІХ
(Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

B.o.

Перший заступник виконавчого директора з питань грантової підтримки Грантонадавча

Борис Вергній
(Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Начальник управління грантового забезпечення
Грантонадавча

Борис Вергній
(Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник відповідного структурного підрозділу управління грантового забезпечення
Грантонадавча

Степан Берзова
(Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Головний спеціаліст відповідного структурного підрозділу управління грантового забезпечення
Грантонадавча

Наталія Черніга
(Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

приймається впродовж 14 календарних днів з дати завершення етапу виконання Проекту та має містити інформацію про відповідність (невідповідність) виконаного етапу Проекту Технічному завданню (додаток 1), Календарному плану (додаток 2) та Кошторису витрат Проекту (додаток 3) та про продовження або припинення надання грантової підтримки Проекту. Зазначене рішення наукової ради Грантонадавача є підставою для підписання Акту про виконання проміжного етапу Проекту.

2.3. Для підтвердження реалізації Проекту в цілому Грантоотримувач надає Грантонадавачеві документи, передбачені пунктом 7.6. розділу VII цього Договору.

Рішення наукової ради Грантонадавача про схвалення заключного звіту про реалізацію Проекту, звіту про використання бюджетних коштів у рамках реалізації Проекту, фінансового звіту про використання бюджетних коштів за етап приймається впродовж 14 календарних днів з дати завершення останнього етапу виконання Проекту та має містити інформацію про відповідність (невідповідність) виконаного Проекту Технічному завданню (додаток 1), Календарному плану (додаток 2) та Кошторису витрат Проекту (додаток 3). Зазначене рішення наукової ради Грантонадавача є підставою для підписання Акту про виконання Проекту.

ІІІ. ОБСЯГ ТА ПОРЯДОК ФІНАНСУВАННЯ ПРОЕКТУ

3.1. Обсяг фінансування Проекту у 2021 році становить 2 882 355,00 грн (два мільйони вісімсот вісімдесят дві тисячі триста п'ятдесят п'ять гривень 00 копійок), без ПДВ.

3.2. Фінансування Проекту у 2021 році здійснюється шляхом поетапного перерахування Грантонадавачем коштів Грантоотримувачу відповідно до цього Договору, Календарного плану та Графіку фінансування проекту з виконання наукового дослідження і розробки у 2021 році (далі – **Графік фінансування Проекту**) (додаток 4 до цього Договору), в межах фактично отриманого Грантонадавачем фінансування.

Невикористані суми коштів протягом відповідного етапу виконання Проекту підлягають поверненню на реєстраційний рахунок Грантонадавача протягом п'яти робочих днів після завершення етапу виконання Проекту.

3.3. Джерело фінансування Проекту – Державний бюджет, КПКВК 2201300, КЕКВ 2610.

3.4. Фінансування кожного етапу виконання Проекту здійснюється Грантонадавачем після ухвалення науковою радою Грантонадавача рішення про продовження надання грантової підтримки.

3.5. Перерахування коштів здійснюється Грантонадавачем із свого реєстраційного рахунка на рахунок Грантоотримувача в безготівковій формі в національній валюті України.

3.6. У випадку зменшення обсягів бюджетних призначень та бюджетних асигнувань Грантонадавача обсяг фінансування Проекту у поточному році зменшується. У такому разі вносяться уточнення до Технічного завдання, Календарного плану, Кошторису витрат Проекту та Графіку фінансування Проекту, шляхом укладання додаткової угоди до цього Договору.

У випадку затримки бюджетного фінансування Грантонадавача, вносяться уточнення до Технічного завдання, Календарного плану, Кошторису витрат Проекту та Графіку фінансування Проекту шляхом укладання додаткової угоди до цього Договору.

У випадку припинення бюджетних асигнувань Грантонадавача Сторони укладають додаткову угоду до цього Договору з метою його закриття в межах фактичного фінансування Проекту.

Грантонадавач звільняється від відповідальності за прострочення оплати за Договором, якщо таке прострочення сталося виключно через несвоєчасне надходження коштів з відповідного бюджету та (або) тимчасового не проведення платежів органами Казначейства за платіжними дорученнями Грантонадавача.

IV. ПРАВА ТА ОБОВ'ЯЗКИ СТОРІН

4.1. Грантоотримувач має право:

- 1) на фінансування Проекту в обсязі, визначеному в цьому Договорі;
- 2) ініціювати переговори щодо припинення дії Договору у випадку неможливості його подальшого виконання з обґрутованих причин;
- 3) здійснювати перерозподіл коштів між статтями витрат, окрім статті витрат «Оплата праці», у межах погодженого Кошторису витрат Проекту у випадку, якщо сума коштів, які планується перерозподілити, не перевищує 10 000 (десять тисяч) гривень в межах етапу виконання Проекту.

Якщо сума коштів, які планується перерозподілити, перевищує 10 000 (десять тисяч) гривень в межах етапу виконання Проекту, то такий перерозподіл коштів між статтями витрат у межах погодженого Кошторису витрат Проекту можливий лише з письмовим погодженням наукової ради Грантонадавача.

4.2. Грантоотримувач зобов'язується:

- 1) реалізувати Проект відповідно до Технічного завдання, Календарного плану та погодженого з Грантонадавачем Кошторису витрат Проекту;
- 2) використовувати грант за цільовим призначенням;
- 3) не використовувати зекономлені кошти, виділені за цим Договором, на інші проєкти та іншу тематику;
- 4) надавати Грантонадавачеві звіти, документи та матеріали, відповідно до цього Договору;
- 5) надавати інформацію та документи, які підтверджують фінансування Проекту з інших джерел, у тому числі й у разі надання Грантонадавачем гранту на умовах співфінансування;
- 6) якщо реалізацію Проекту внаслідок об'єктивних обставин буде припинено чи не завершено протягом дії цього Договору, у триденний строк повідомити про такі обставини Грантонадавача. У строк, що не перевищує 10 календарних днів з моменту настання таких обставин, документально підтвердити всі витрати, здійснені за рахунок гранту, та повернути Грантонадавачеві невикористану частину гранту у встановленому законодавством порядку;
- 7) повернути Грантонадавачеві суму, яка використана не за цільовим призначенням, у разі встановлення факту нецільового використання гранту в рамках реалізації Проекту;
- 8) не залучати субвиконавців, інформація про яких не зазначена у заявці на одержання грантової підтримки та Календарному плані, без погодження з науковою радою Грантонадавача, після чого укласти додаткову угоду до цього Договору з Грантонадавачем;

9) не здійснювати збільшення розміру статті витрат «Оплата праці» після підписання цього Договору;

10) здійснити державну реєстрацію науково-дослідної роботи (в тому числі за етапами виконання Проекту) та надати Грантонадавачу примірники реєстраційної, облікової та інформаційної карток в порядку, встановленому законодавством;

11) забезпечити наявність посилання на підтримку Проекту Грантонадавачем у публікаціях, офіційних повідомленнях, в інформації для ЗМІ, у соціальних мережах та у інших відкритих джерелах, а також під час виступів на наукових заходах. Опубліковані результати досліджень (наукові публікації, тези доповідей), виконаних у рамках цього Договору, обов'язково повинні містити посилання на інформацію про підтримку Грантонадавача із зазначенням номеру Проекту

4.3. Грантонадавач має право:

1) вимагати від Грантоотримувача документи, інформацію та пояснення щодо його дій, пов'язаних із виконанням цього Договору, використанням бюджетних коштів та реалізацією Проекту, ознайомлюватися з відповідною первинною документацією;

2) у разі встановлення невиконання Грантоотримувачем умов цього Договору достроково розірвати його, повідомивши про це Грантоотримувача у строк не пізніше ніж за 10 днів до дати розірвання Договору;

3) припиняти або продовжувати надання грантової підтримки Проекту на підставі рішення наукової ради Грантонадавача;

4) використовувати в інформаційних цілях документи та відомості, отримані в процесі реалізації Проекту, за умови, що таке використання не порушує права інтелектуальної власності Грантоотримувача (у т.ч. розміщувати на офіційному веб-сайті Грантонадавача звітну інформацію, вносити відповідну інформацію до бази даних наукових досліджень і розробок).

4.4. Грантонадавач зобов'язується:

1) перераховувати кошти на рахунки Грантоотримувача відповідно до умов цього Договору, Календарного плану, в межах фактично отриманого Грантонадавачем фінансування;

2) контролювати виконання Грантоотримувачем умов цього Договору, включно із дотриманням строків виконання Проекту.

4.5. Грантоотримувач та Грантонадавач зобов'язані дотримуватися порядку обліку, зберігання і використання документів та інших матеріальних носіїв, що містять інформацію з обмеженим доступом, зібрану під час реалізації Проекту.

V. ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ СТОРІН

5.1. Сторони відповідають за своїми зобов'язаннями в межах, визначених чинним законодавством України.

5.2. Грантонадавач не несе відповідальність за:

– завдані Грантоотримувачем збитки, спричинені третім особам, а також за будь-яку шкоду, завдану співробітникам (виконавцям, співвиконавцям Проекту) або майну Грантоотримувача;

- порушення Грантоотримувачем вимог законодавства у сфері інтелектуальної власності.

У випадку, якщо до Грантонадавача будуть пред'явлени претензії або позовні вимоги третіх осіб щодо порушення їхніх прав Грантоотримувачем, Грантоотримувач зобов'язаний власними силами та за власний рахунок вирішувати всі питання щодо врегулювання претензій та позовних вимог таких осіб.

5.3. Грантоотримувач несе повну відповідальність згідно із законодавством за дотримання вимог чинного законодавства під час складання Кошторису витрат Проєкту із необхідними розрахунками та обґрунтуваннями, за цільове, ефективне та раціональне використання бюджетних коштів та здійснення фактичних витрат за статтями Кошторису витрат Проєкту під час реалізації Проєкту, за достовірність інформації у звітних та інших документах, передбачених цим Договором.

5.4. За умов нецільового або неефективного використання гранту та/або неналежного виконання Договору, зокрема, недотримання Календарного плану, наукова рада Грантонадавача приймає рішення щодо припинення надання грантової підтримки Проєкту. У разі встановлення факту нецільового використання гранту, сума коштів, використаних Грантоотримувачем не за цільовим призначенням, повертається Грантонадавачеві, у встановленому законодавством порядку.

За умов нецільового використання гранту Грантоотримувачем та ухвалення науковою радою Грантонадавача рішення про припинення надання грантової підтримки Проєкту, наукова рада Грантонадавача також може ухвалити рішення про заборону участі наукового керівника Проєкту в конкурсах, що проводяться Грантонадавачем упродовж наступних трьох років.

5.5. У разі виявлення порушення умов цього Договору, наукова рада Грантонадавача приймає рішення про припинення надання грантової підтримки та повернення Грантоотримувачем грантової підтримки коштів із зазначенням строку повернення.

VI. ПРАВА НА РЕЗУЛЬТАТИ РЕАЛІЗОВАНОГО ПРОЄКТУ

6.1. Майнові права інтелектуальної власності, створеної під час проведення досліджень і розробок за рахунок грантової підтримки, належать Грантоотримувачу, крім випадків, передбачених частиною другою статті 11 Закону України «Про державне регулювання діяльності у сфері трансферу технологій».

Авторські права учасників Проєкту, підтримуваного Грантонадавачем, реалізуються відповідно до законодавства.

6.2. Грантоотримувач надає Грантонадавачеві право використовувати в інформаційних цілях (у т. ч. зберігати, перекладати, висвітлювати, відтворювати будь-яким технічним методом, публікувати або повідомляти у ЗМІ) відомості зі звітних документів, що пов'язані з реалізацією Проєкту, незалежно від їхньої форми, за умови, що цим не порушуються чинні права інтелектуальної власності.

6.3. Грантоотримувач гарантує, що має всі права на використання будь-яких попередніх існуючих прав інтелектуальної власності, необхідних для виконання цього Договору.

6.4. За умов упізнаваності фізичних осіб, зображених на фото- або відеоматеріалах, Грантоотримувач повинен у звітності про реалізацію Проєкту подати заяви цих осіб з дозволом на використання своїх зображень. Ці вимоги не застосовуються до фото- або відеоматеріалів,

знятих у громадських місцях, де випадкові представники громадськості можуть бути ідентифіковані лише гіпотетично, а публічні особи здійснюють свою суспільну діяльність.

6.5. Обладнання та устаткування, придбане за рахунок грантової підтримки в рамках реалізації Проекту, після завершення його реалізації залишається у власності Грантоотримувача, з урахуванням вимог чинного законодавства України. Документи щодо придбання такого обладнання та устаткування зберігаються Грантоотримувачем для звітності під час здійснення контролю.

VII. ВИТРАТИ, БУХГАЛТЕРСЬКИЙ ОБЛІК, ЗВІТНІСТЬ ТА КОНТРОЛЬ

7.1. Сторони домовились, що фактичні витрати мають відповідати принципам раціонального управління фінансами, бути відображені в бухгалтерському обліку Грантоотримувача (субвиконавця) та відповідати витратам, передбаченим у Кошторисі витрат Проекту.

7.2. Грантоотримувач забезпечує ведення бухгалтерської та фінансової документації у такий спосіб, щоб усі доходи і витрати, що стосуються реалізації Проекту, могли бути відстежені, ідентифіковані та проаналізовані Грантонадавачем.

7.3. Грантоотримувач зобов'язаний забезпечити збереження бухгалтерської документації, що стосується реалізації Проекту, у межах строків, установлених законодавством. На вимогу Грантонадавача Грантоотримувач зобов'язаний надати всю бухгалтерську документацію, необхідну для перевірки цільового та ефективного використання бюджетних коштів, пов'язаних із реалізацією Проекту.

7.4. Сторони домовились, що спрямування коштів здійснюється виключно на фінансування витрат, пов'язаних із реалізацією Проекту.

Фінансування Грантоотримувачем витрат, пов'язаних із реалізацією Проекту, попередньо погоджується з науковим керівником Проекту.

7.5. Для підтвердження виконання проміжного етапу реалізації Проекту Грантоотримувач надає Грантонадавачеві:

- а) Акт про виконання проміжного етапу Проекту – у 2-х паперових примірниках;
- б) науковий звіт про проміжні результати реалізації Проекту, оформленний відповідно до ДСТУ 3008:2015 «Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення» – в електронному вигляді та в одному паперовому переплетеному примірнику;
- в) фінансовий звіт про використання бюджетних коштів за етап – в електронному вигляді та в одному паперовому примірнику;
- г) витяг із протоколу засідання вченої (наукової, науково-технічної, технічної) ради Грантоотримувача про виконання Проекту у відповідному році (з висновком про відповідність виконаних робіт, виконаних за Проектом, Технічному завданню та Календарному плану) – в 1-ому паперовому примірнику;
- д) анотований звіт про виконану роботу у 2021 році в рамках реалізації проекту із виконання наукових досліджень і розробок (для оприлюднення) (подається лише в межах останнього етапу виконання Проекту у 2021 році) – в електронному вигляді та в 1-ому паперовому примірнику;

- е) інші матеріали та документи, відповідно до Технічного завдання та Календарного плану – в 1-ому паперовому примірнику;
- е) копії документів щодо придбання обладнання та устаткування за рахунок гранту під час виконання Проекту;
- ж) за умов залучення субвиконавця – науковий звіт (оформлений відповідно до ДСТУ 3008:2015 «Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення») в електронному вигляді та в одному паперовому примірнику; копію договору із субвиконавцем (з додатками), копію кошторису витрат, копію фінансового звіту про використання бюджетних коштів, копію акту здачі-приймання робіт, завірені належним чином.

Документи, передбачені цим пунктом Договору, для підтвердження виконання першого етапу реалізації Проекту у 2021 році подаються не пізніше 01 вересня 2021 року.

Документи, передбачені цим пунктом Договору, для підтвердження виконання останнього етапу реалізації Проекту у 2021 році подаються не пізніше 16 грудня 2021 року.

7.6. Для проектів, реалізація яких завершується у 2021 році, для підтвердження виконання останнього етапу реалізації Проекту у 2021 році та реалізації Проекту в цілому не пізніше 16 грудня 2021 року Грантоотримувач надає Грантонадавачеві:

- а) Акт про виконання проміжного етапу (останнього етапу реалізації Проекту у 2021 році) Проекту та— у 2-х паперових примірниках;
- б) заключний звіт про реалізацію Проекту, оформленний відповідно до ДСТУ 3008:2015 «Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення» (відповідно до п. 36 постанови Кабінету міністрів України від 27.12.2019 № 1170 заключний звіт розміщується на офіційному веб-сайті Грантонадавача для вільного доступу) – в електронному вигляді та в одному паперовому переплетеному примірнику;
- в) фінансовий звіт про використання бюджетних коштів за етап – в електронному вигляді та в одному паперовому примірнику;
- г) звіт про використання бюджетних коштів у рамках реалізації Проекту (відповідно до п. 36 постанови Кабінету міністрів України від 27.12.2019 № 1170 звіт про використання бюджетних коштів у рамках реалізації Проекту розміщується на офіційному веб-сайті Грантонадавача для вільного доступу) – в електронному вигляді та в одному паперовому примірнику;
- д) інші матеріали та документи, відповідно до Технічного завдання та Календарного плану – в 1-ому паперовому примірнику;
- е) витяг з протоколу засідання вченої (наукової, науково-технічної, технічної) ради Грантоотримувача про виконання Проекту в цілому (з висновком про відповідність виконаних робіт, виконаних за Проектом, Технічному завданню та Календарному плану), в 1-ому паперовому примірнику;
- е) ановований звіт про виконану роботу в рамках реалізації проекту із виконання наукових досліджень і розробок (для оприлюднення) – в електронному вигляді та в 1-ому паперовому примірнику;

ж) копії документів щодо придбання обладнання та устаткування за рахунок гранту під час виконання Проєкту;

з) за умов залучення субвиконавця – науковий звіт (оформлений відповідно до ДСТУ 3008:2015 «Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення») в електронному вигляді та в одному паперовому примірнику; копію договору із субвиконавцем (з додатками), копію кошторису витрат, копію фінансового звіту про використання бюджетних коштів, копію акту здачі-приймання робіт, завірені належним чином.

7.7. Грантоотримувач здійснює державну реєстрацію науково-дослідної роботи та не пізніше 10 робочих днів після подання звітної документації, зазначененої у п.п. 7.5 або 7.6. цього Договору, надає Грантонадавачу примірники реєстраційної, облікової та інформаційної карток у порядку, встановленому законодавством.

7.8. Грантонадавач здійснює контроль за виконанням Грантоотримувачем зобов'язань, визначених Договором.

VIII. ДОСТРОКОВЕ РОЗІРВАННЯ ДОГОВОРУ

8.1. У разі нецільового або неефективного використання Грантоотримувачем будь-якої частини гранта та/або неналежного виконання або невиконання Грантоотримувачем цього Договору, зокрема, Календарного плану, цей Договір може бути розірвано за рішенням наукової ради Грантонадавача в односторонньому порядку.

8.2. Грантонадавач за рішенням наукової ради Грантонадавача достроково розриває цей Договір також у випадку, якщо:

а) Грантоотримувача визнано банкрутом або він перебуває у стадії ліквідації чи призупинив господарську діяльність, знаходиться в іншій аналогічній ситуації, що не дозволяє подальшу реалізацію Проєкту, відповідно до законодавства;

б) відбулася зміна юридичних, фінансових, технічних, організаційних умов діяльності Грантоотримувача (зокрема, зміна власності Грантоотримувача, реорганізація тощо), яка має суттєвий вплив на реалізацію цього Договору;

в) було встановлено, що Грантоотримувач або пов'язані з ним особи надали недостовірну інформацію, необхідну для отримання гранту чи реалізації Проєкту або не надають у визначені терміни на вимогу Грантонадавача інформацію, пов'язану з реалізацією Проєкту.

IX. ОБСТАВИНИ НЕПЕРЕБОРНОЇ СИЛИ (ФОРС-МАЖОРНІ ОБСТАВИНИ)

9.1. За умов виникнення форс-мажорних обставин Сторони звільняються від своїх зобов'язань за цим Договором. Форс-мажорними обставинами визнаються усі обставини, визначені Законом України «Про торгово-промислові палати в Україні».

9.2. Про настання таких обставин кожна зі Сторін має повідомити іншу в письмовій формі протягом 10 календарних днів з дати їх виникнення.

X. ПОРЯДОК ВИРІШЕННЯ СПОРІВ

10.1. Тлумачення умов цього Договору здійснюється відповідно до норм чинного законодавства України.

10.2. Усі спори або розбіжності, що випливають з умов цього Договору або пов'язані з цим Договором та його тлумаченням, його дією, його припиненням або розірванням, вирішуються шляхом переговорів між Сторонами, окрім випадків, коли Договір розривається Грантонадавачем в односторонньому порядку у зв'язку з нецільовим використанням Грантоотримувачем бюджетних коштів. Якщо Сторони не можуть дійти згоди шляхом переговорів, такі спори вирішуються у порядку, визначеному чинним законодавством України.

XI. ІНШІ УМОВИ

11.1. Цей Договір набирає чинності з дня його підписання Сторонами та діє до «31» грудня 2021 року.

11.2. У разі зміни контактної особи та уповноваженої особи Сторони, Сторони невідкладно (не пізніше 3-х робочих днів) повідомляють про це одна одну електронним повідомленням в порядку, визначеному п. 11.4 цього Договору.

11.3. Обмін інформацією відбувається між Сторонами шляхом направлення ділової кореспонденції за допомогою засобів поштового або електронного зв'язку (електронною поштою).

11.4. Електронне повідомлення, направлене засобами електронного зв'язку, вважається отриманим Стороною-одержувачем за умови відсутності повідомлення від сервера одержувача про невдалу спробу доставки повідомлення.

11.5. Кореспонденція, що направляється Сторонами з використанням послуг поштового зв'язку, вважається отриманою Стороною в установленому законодавством порядку.

11.6. Контактні особи:

1) Андрушченко Валентина Борисівна

Науковий співробітник відділу грантової підтримки досліджень з природничих і технічних наук, математики та інформатики;

вул. Бориса Грінченка, 1, м. Київ;

044 – 298 – 16 -25;

valentyna.andrushchenko@nrfu.org.ua

natsci@nrfu.org.ua

2) Оліх Олег Ярославович,

доцент кафедри загальної фізики;

Україна, 03022 м. Київ, пр. академіка Глушкова 4 (фізичний факультет), к. 432;

+38 067- 316-90-20;

olikh@univ.kiev.ua;

olegolikh@knu.ua

НАУКА

ДОГОВІР № 15/02/0036

про виконання наукового дослідження і розробки за рахунок грантової підтримки

м. Київ

«23» 04 2021 року

Національний фонд досліджень України (далі – **Грантонадавач**) в особі виконавчого директора Пороцької Ольги Олександровни, що діє на підставі Положення про Національний фонд досліджень України, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 04 липня 2018 року № 528, розпорядження Кабінету Міністрів України від 08 липня 2020 року № 823-р, рішення Голови Грантонадавача щодо делегування своїх повноважень в частині укладання договорів за результатами проведення конкурсів, з однієї сторони, та Київський національний університет імені Тараса Шевченка (далі – **Грантоотримувач**) в особі проректора з наукової роботи Жилінської Оксани Іванівни, що діє на підставі довіреності від 12.01.2021 р. № 01/06-26, з іншої сторони (далі – **Сторони**), уклали цей Договір про виконання наукового дослідження і розробки за рахунок грантової підтримки (далі – **Договір**) про таке.

I. ПРЕДМЕТ ДОГОВОРУ

Відповідно до заяви на одержання грантової підтримки (реєстраційний номер 2020.02/0036, науковий керівник Оліх Олег Ярославович) та на підставі рішення наукової ради Грантонадавача (протокол № 21 від «16-17» вересня 2020 року) про затвердження результатів конкурсу «Підтримка досліджень провідних та молодих учених», переліку проектів, що рекомендуються до реалізації за рахунок грантової підтримки Грантонадавача, та обсягів їх фінансування, а також рішення наукової ради Грантонадавача про надання гранту (протокол № 34 від «5» листопада 2020 року), рішення наукової ради Грантонадавача про продовження надання грантової підтримки (протокол № 42 від «24» грудня 2020 року) та про надання гранту у 2021 році (протокол № 9 від «20» квітня 2021 року) Грантонадавач надає Грантоотримувачу на умовах, визначених цим Договором, грант для реалізації проекту із виконання наукових досліджень і розробок у 2021 році «Розробка фізичних зasad акусто-керованої модифікації та машинно-орієнтованої характеристизації кремнієвих сонячних елементів» (далі – **Проект**), а Грантоотримувач реалізує Проект, детальний опис якого та вимоги до якого наведено у Технічному завданні до проекту з виконання наукового дослідження і розробки на 2021 рік (далі – **Технічне завдання**) (додаток 1 до цього Договору), що має відповідати заявці на одержання грантової підтримки (за відсутності коригування обсягів фінансування) та на умовах, визначених цим Договором.

II. СТРОКИ ТА ЕТАПИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТУ

2.1. Грантоотримувач планує та організовує роботу, пов’язану з реалізацією Проекту, згідно з етапами, відображеними у Календарному плані виконання наукового дослідження (розробки) на 2021 рік (далі – **Календарний план**) (додаток 2 до цього Договору).

Усі витрати за кожним етапом реалізації Проекту мають бути здійснені до завершення відповідного етапу реалізації Проекту.

2.2. Для підтвердження виконання етапу реалізації Проекту Грантоотримувач надає Грантонадавачеві документи, передбачені пунктом 7.5. розділу VII цього Договору.

Рішення наукової ради Грантонадавача про схвалення наукового звіту про проміжні результати реалізації Проекту і фінансового звіту про використання бюджетних коштів за етап

11.7. Договір складено українською мовою у письмовій формі у двох примірниках (по одному для кожної із Сторін), що мають однакову юридичну силу.

XII. ДОДАТКИ ДО ДОГОВОРУ

Невід'ємними частинами цього Договору є:

- додаток 1 – Технічне завдання;
- додаток 2 – Календарний план;
- додаток 3 – Кошторис витрат Проекту;
- додаток 4 – Графік фінансування Проекту.

XIII. РЕКВІЗИТИ СТОРІН

Грантоотримувач

Київський національний університет

імені Тараса Шевченка

01033, м. Київ, вул. Володимирська 60,
тел.: (044) 239-32-30, факс: (044) 239-32-30
р/р UA078201720313211010201014095
у ДКСУ в м. Києві
МФО 820172
ЄДРПОУ 02070944

Проректор з наукової роботи
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка

Оксана ЖИЛІНСЬКА

(підпис)



М.П.

Грантонадавач

Національний фонд досліджень України

01001, м. Київ, вул. Бориса Грінченка, 1
р/р UA698201720343180001000157331
у ДКСУ в м. Києві
МФО 820172
ЄДРПОУ 42734019



(посада)

(Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

ПОГОДЖЕНО:

Перший заступник виконавчого директора з
питань грантової підтримки

(підпис)

Віктор Ворожбя
(Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Засл. Начальник відділу бухгалтерсько-кошторисної
роботи, головний бухгалтер

(підпис)

Марія Гамалій
(Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Начальник управління грантового забезпечення

(підпис)

Ольга Бондарчук
(Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник відповідного структурного підрозділу
управління грантового забезпечення

(підпис)

Наталія Федорова
(Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Головний спеціаліст відповідного структурного
підрозділу управління грантового забезпечення

(підпис)

Ольга Наталя Чернігіва
(Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Грантодержач С.И.
М.П. /Макарічев М.В./
Науковий керівник Н.І. (Олег Оліх)
проекту

Додаток 4 до Договору № 156/2304.2021 від 23.04.2021 про виконання наукового дослідження і розробки за рахунок грантової підтримки

ГРАФІК
фінансування Проекту з виконання наукового дослідження і розробки у 2021 році

2020.02/0036 «Розробка фізичних зasad акусто-керованої модифікації та машинно-орієнтованої характеризації кремнієвих сонячних елементів»

(номер та назва Проекту)

грн.

Етап виконання Проекту № 1				Етап виконання Проекту № 2			
Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
1 264 000,00	0	520 000,00	288 320,00	0	316 000,00	243 000,00	251 035,00
Всього ЕВП №1: 2 072 320,00				Всього ЕВП №2: 810 035,00			
Разом на рік: 2 882 355,00							

Графік фінансування за місяцями є орієнтовним та може бути зміщений відповідно до фактичного фінансування Грантонадавача, що не потребує внесення змін до Договору, якщо це зміщення не впливає на загальну вартість етапу виконання проекту.

Грантоотримувач:

Київський національний університет імені
Тараса Шевченка

Проректор з наукової роботи

Оксана ЖИЛІНСЬКА

Головний бухгалтер

Валентина ДЕНИСЕНКО

Начальник планово-фінансового відділу

Ольга БІЛЯВСЬКА

Науковий керівник Проекту

Олег ОЛІХ



Грантонадавач:

Національний фонд дослідень України

Виконавчий директор

(підпис)

Лариса Голубко (Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

В. о. Перший заступник виконавчого директора з питань

грантової підтримки

(підпис)

Віктор Воронин (Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Начальник управління грантового забезпечення

(підпис)

Ольга Старух (Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Начальник відділу фінансування грантових проектів

(підпис)

Ольга Старух (Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Додаток 3
до Договору № 1562/0056 від 23.04.2021 року про
виконання наукового дослідження і розробки за
рахунок грантової підтримки

ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з наукової роботи
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка

Оксана ЖИЛІНСЬКА
(підпись)
«Україна * М.Київ * 2021 року
«Грантодержатель * Тарас Шевченко НУ «КНУ ім. Тараса Шевченка» *
М. П.

ПОГОДЖЕНО

Керівник (посада) Грантонадавача

О. В. Рогозинка
(підпись)
«Україна * М.Київ * 2021 року
«Грантодержатель * Тарас Шевченко НУ «КНУ ім. Тараса Шевченка» *
М. П.

КОШТОРИС ВИТРАТ ПРОЄКТУ

2020.02.0036 «Розробка фізичних зasad акусто-керованої модифікації та машинно-орієнтованої
характеризації кремнієвих сонячних елементів»

на 2021 рік

№ з/п	Найменування статті витрат	1 етап	2 етап	Рік, грн.
1	Прямі витрати:	1 808 168,00	642 232,00	2 450 400,00
1.1.	Оплата праці	700 230,80	525 173,10	1 225 403,90
1.2.	Нарахування на оплату праці	154 050,78	115 538,08	269 588,86
1.3.	Матеріали, необхідні для виконання робіт, крім спецустаткування	4 562,42	1 520,82	6 083,24
1.4.	Спецустаткування (обладнання)	949 324,00	0,00	949 324,00
1.5.	Витрати на службові відрядження	0,00	0,00	0,00
2	Непрямі витрати (не більше 10% від загального обсягу витрат)	207 232,00	81 003,00	288 235,00
3	Інші витрати (за необхідності)	56 920,00	86 800,00	143 720,00
4	Витрати на виконання проєкту субвиконавцем	0,00	0,00	0,00
Разом витрати		2 072 320,00	810 035,00	2 882 355,00

Головний бухгалтер Грантоотримувача

Валентина ДЕНИСЕНКО

Начальник планово-фінансового відділу
Грантоотримувача

Ольга БІЛЯВСЬКА

Науковий керівник Проєкту Грантоотримувача

Олег ОЛІХ

Погоджено:

B. a. Перший заступник виконавчого директора з питань
грантової підтримки Грантонадавача

(підпись) Віктор Воронік
(Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Начальник відділу фінансування грантових проектів

(підпись) Ольга Степанова
(Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Начальник управління грантового забезпечення
Грантонадавача

(підпись) Олег Рожков
(Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник відповідного структурного підрозділу
управління грантового забезпечення Грантонадавача

(підпись) Наталія Бергрова
(Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Головний спеціаліст відповідного структурного
підрозділу управління грантового забезпечення

(підпись) Наталія Черніга
(Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Додаток 3 .1.
до Договору № 1562/005 від 23.04.2021 року про
виконання наукового дослідження і розробки за
рахунок грантової підтримки

РОЗРАХУНКИ

до кошторису витрат Проекту (1 етап 2021 року)

2020.02/0036 «Розробка фізичних зasad акусто-керованої модифікації та машинно-орієнтованої характеристизації кремнієвих сонячних елементів»

№ з/п	Найменування статті витрат	Одиниця виміру	Кількість/період	Вартість за одиницею, грн.	Загальна сума, грн.	Обґрунтування
1	2	3	4	5	6	7
1.	Прямі витрати					
1.1.	Оплата праці					
Виконавці проекту						
1.1.1.	Оліх Олег Ярославович, провідний науковий співробітник, д. н., доц.	місяць	4,00	45 083,46	180 333,84	Розробка методики оцінювання кінетичних характеристик ВАХ в умовах ультразвукового навантаження; розробка методики екстрагування параметрів дефектних комплексів з ВАХ, проведення відповідних розрахунків, підготовка доповідей, наукових статей, звіту
1.1.2.	Костильов Віталій Петрович, провідний науковий співробітник, д. н., проф.	місяць	4,00	39 940,86	159 763,44	Розробка методики визначення кількісних характеристик кінетики зміни параметрів ВАХ внаслідок відновлення пар Fe-B, підготовка доповідей, наукових статей, звіту
1.1.3.	Власюк Віктор Миколайович, науковий співробітник, к. н.	місяць	4,00	32 653,86	130 615,44	Вимірювання кінетики світлоіндукованих процесів в КСЕ; вимірювання характеристик впливу світло-індукованого розпаду пар Fe-B на параметри ВАХ за умов ультразвукового навантаження (повздовжні хвилі); підготовка доповідей, наукових статей, звіту
1.1.4.	Лозицький Олег Всеvolodович, інженер 1 категорії	місяць	4,00	16 810,20	67 240,80	Програмна реалізація мета-евристичного методу оптимізації Jaya; програмне забезпечення для автоматизації обробки отриманих даних; підготовка доповідей, наукових статей, звіту
1.1.5.	Коркішко Роман Михайлович, молодший науковий співробітник, к. н.	місяць	4,00	23 759,12	95 036,48	Практична реалізація методики оцінювання кінетичних характеристик ВАХ в умовах ультразвукового навантаження; проведення відповідних вимірювань.

1.1.6.	Майко Катерина Олександровна, інженер 1 категорії	місяць	4,00	16 810,20	67 240,80	Підбір гіперпараметрів та навчання штучної нейронної мережі, яка базується на значеннях фактору неідеальності КСЕ, визначених в рівноважних умовах
Розмір середньої заробітної плати за місяць (вартість за одиницю) визначено відповідно до чинного законодавства України та згідно з діючою системою оплати праці у Грантоотримувача						
	Разом Оплата праці				700 230,80	
1.2.	Нарахування на оплату праці	%	x	x	154 050,78	22
1.3. Матеріали, необхідні для виконання робіт, крім спецустаткування						
1.3.1.	Тонер HP 103AD Neverstop LJ 1000a/1000w/1200a/1200w подвійна упаковка	шт.	1,00	692,42	692,42	Підготовка звітів по проекту
1.3.2.	Блок фотобарабана HP 104A Neverstop LJ 1000a/1000w/1200a/1200w в комплекте с тонером (W1104A)	шт.	1,00	2 370,00	2 370,00	Підготовка звітів по проекту
1.3.3.	Папір офісний Maestro Standard+ A4 80 г/м ² В клас 500 аркушів Білий	шт.	15,00	100,00	1 500,00	Підготовка звітів по проекту
Разом Матеріали, необхідні для виконання робіт, крім спецустаткування					4 562,42	
1.4.	Спецустаткування (обладнання)					
1.4.1.	Мультиметр Keithley 2450	шт.	1	356 285,00	356 285,00	Реалізація швидкісних вимірювань вольт-амперних характеристик: прилад дозволяє проводити до 3 130 вимірювань в секунду, що на два порядки перевищує можливості наявного обладнання
1.4.2.	LRC вимірювач Sourcemetric ST2829C	шт.	1	339 575,00	339 575,00	Розширення можливостей тестування кремнієвих сонячних елементів завдяки проведенню вольт-фарад досліджень у широкому частотному діапазоні.
1.4.3.	Регульоване джерело живлення ITECH IT6332B	шт.	1	42 930,00	42 930,00	
1.4.4.	Прецизійний мультиметр Keithley DMM6500	шт.	1	185 534,00	185 534,00	Для швидкого та високоточного вимірювання низькоенергетичних процесів
1.4.5.	Ноутбук HP Pavilion Gaming 15	шт.	1	25 000,00	25 000,00	Проведення розрахунків штучних нейронних мереж з використанням технології паралельного обчислення CUDA
Разом Спецустаткування (обладнання)					949 324,00	
1.5.	Витрати на службові відрядження					
Разом Витрати на службові відрядження					0,00	
Разом Прямі витрати					1 808 168,00	
2.	Непрямі витрати (не більше 10% від загального обсягу витрат)					
2.1.	Оплата водопостачання та водовідведення	10м3	10,80	253,80	2 741,04	Оплата комунальних послуг відповідно до діючих тарифів пов'язаних з реалізацією проекту.
2.2.	Оплата електроенергії	1000 KBm	36,10	2 492,44	89 977,08	

2.3.	Експлуатаційні витрати	місяць	4,00	28 628,47	114 513,88	Експлуатаційні витрати пов'язані з реалізацією та виконанням проекту
Разом Непрямі витрати						207 232,00
3.	Інші витрати (за необхідності)					
3.1.	Організаційний внесок для дистанційної участі у конференції	шт.	1	9 890,00	9 890,00	Орг. внесок для дистанційної участі у конференції 5th International Caparica Conference on Ultrasonic-based applications from analysis to synthesis (Ultrasonics 21, 31 May – 03 June, Капаріка, Португалія, https://www.ultrasonics2021.com/ , 32,97 євро/грн), мета - апробація наукових результатів
3.2.	Організаційний внесок для дистанційної участі у конференції	шт.	1	600,00	600,00	Орг. внесок для дистанційної участі у II Міжнародній конференції передових досліджень «Фізика твердого тіла та низьких температур 2021»(cmtp2021, 6–12 червня 2021 р, Харків, Україна, http://www.ilt.kharkov.ua/cmtp2021/), мета - апробація наукових результатів
3.3.	Організаційний внесок	шт.	1	27 970,00	27 970,00	Орг. внесок для дистанційної участі у конференції AAAFM-UCLA International Conference on Advances in Functional Materials (August 18-20, 2021, Лос-Анжелес, США, https://aaafm.org/ucla2021/ , 27,97 долар/грн), мета - апробація наукових результатів
3.4.	Публікація статті	шт.	1	18 460,00	18 460,00	Publication Charges (IEEE Journal of Photovoltaics, 27,97 долар/грн), мета - поширення наукових результатів
Разом Інші витрати (за необхідності)						56 920,00
4.	Витрати на виконання Проекту субвиконавцем					
4.1.	Прямі витрати					
4.1.1.	Оплата праці					
Разом Оплата праці					0,00	
4.1.2.	Нарахування на оплату праці	%	x	x	0,00	

4.1.3.	Матеріали, необхідні для виконання робіт, крім спецустаткування	
Разом Матеріали, необхідні для виконання робіт, крім спецустаткування		0,00
4.1.4.	Витрати на службові відрядження	
Разом Витрати на службові відрядження		0,00
Разом Прямі витрати		0,00
4.2.	Непрямі витрати (не більше 10% від загального обсягу витрат субвиконавця)	
Разом Непрямі витрати		0,00
Разом Витрати на виконання Проекту субвиконавцем		0,00
Разом по кошторису		2 072 320,00

Договору про виконання наукового дослідження і розробки за рахунок грантової підтримки).

Грантоотримувач



Керівник Грантоотримувача

Оксана ЖИЛІНСЬКА

(підпис)

Головний бухгалтер

Валентина ДЕНИСЕНКО

(підпис)

Начальник планово-фінансового відділу

Ольга БІЛЯВСЬКА

(підпис)

Науковий керівник

Олег ОЛІХ

(підпис)

Додаток 3.2.
до Договору № 15/02/0036 від 23.04.2021 року про
виконання наукового дослідження і розробки за
рахунок грантової підтримки

РОЗРАХУНКИ

до кошторису витрат Проекту (2 етап 2021 року)

2020.02/0036 «Розробка фізичних зasad акусто-керованої модифікації та машинно-орієнтованої характеризації кремнієвих сонячних елементів»

№ з/п	Найменування статті витрат	Одиниця виміру	Кількість/період	Вартість за одиницю, грн.	Загальна сума, грн.	Обґрунтування
1	2	3	4	5	6	7
1.	Прямі витрати					
1.1.	Оплата праці					
Виконавці проекту						
1.1.1.	Оліх Олег Ярославович, провідний науковий співробітник, д. н., доц.	місяць	3,00	45 083,46	135 250,38	Розробка архітектури штучної нейронної мережі, визначення механізмів акусто-дефектної взаємодії; розробка рекомендацій щодо методу кількісної оцінки електрично-активних дефектів у бар'єрних структурах за величиною фактору неідеальності; підготовка доповідей, наукових статей.
1.1.2.	Костильов Віталій Петрович, провідний науковий співробітник, д. н., проф.	місяць	3,00	39 940,86	119 822,58	Визначення механізмів впливу акустичних хвиль на процес перебудови дефектних комплексів; розробка рекомендацій щодо практичного використання ультразвукового навантаження під час виробництва КСЕ; підготовка доповідей, наукових статей, звіту
1.1.3.	Власюк Віктор Миколайович, науковий співробітник, к. н.	місяць	3,00	32 653,86	97 961,58	Вимірювання характеристик впливу світло-індукованого розпаду пар Fe-B на параметри ВАХ за умов ультразвукового навантаження (поперечні хвилі); підготовка доповідей, наукових статей,
1.1.4.	Лозицький Олег Всеолодович, інженер 1 категорії	місяць	3,00	16 810,20	50 430,60	Розробка рекомендацій щодо налаштування штучної нейронної мережі для оцінки концентрації заліза в КСЕ; підготовка доповідей, наукових статей, звіту
1.1.5.	Коркішко Роман Михайлович, молодший науковий співробітник, к. н.	місяць	3,00	23 759,12	71 277,36	Вимірювання кінетики зміни параметрів ВАХ внаслідок відновлення пар Fe-B за умов ультразвукового навантаження та без нього

1.1.6.	Майко Катерина Олександровна, інженер 1 категорії	місяць	3,00	16 810,20	50 430,60	Підбір гіперпараметрів та навчання штучної нейронної мережі, яка базується на значеннях фактору неідеальності КСЕ, отриманих як за наявності лише міжузольних атомів заліза, так і при одночасній
Розмір середньої заробітної плати за місяць (вартість за одиницю) визначено відповідно до чинного законодавства України та згідно з діючою системою оплати праці у Грантоотримувача						
	Разом Оплата праці				525 173,10	
1.2.	Нарахування на оплату праці	%	x	x	115 538,08	22
1.3.	Матеріали, необхідні для виконання робіт, крім спецустаткування					
1.3.1.	Картридж NewTone для HP LJ 5L/6L	шт.	2,00	390,41	780,82	Підготовка звітів по проекту
1.3.2.	HP Neverstop 103A Toner Reload Kit (W1103A)	шт.	2,00	370,00	740,00	Підготовка звітів по проекту
	Разом Матеріали, необхідні для виконання робіт, крім спецустаткування				1 520,82	
1.4.	Спецустаткування (обладнання)					
	Разом Спецустаткування (обладнання)				0,00	
1.5.	Витрати на службові відрядження					
	Разом Витрати на службові відрядження				0,00	
	Разом Прямі витрати				642 232,00	
2.	Непрямі витрати (не більше 10% від загального обсягу витрат)					
2.1.	Оплата водопостачання та водовідведення	10м3	10,80	253,80	2 741,04	Оплата комунальних послуг відповідно до діючих тарифів пов'язаних з реалізацією проекту.
2.2.	Оплата електроенергії	1000 KВт	25,10	2 492,44	62 560,24	
2.3.	Оплата теплопостачання	1Гкал	4,45	1 617,88	7 199,57	
2.4.	Експлуатаційні витрати	місяць	3,00	2 834,05	8 502,15	
	Разом Непрямі витрати				81 003,00	10,00
3.	Інші витрати (за необхідності)					
3.1.	Організаційний внесок	шт.	1	9 886,00	9 886,00	Орг.внесок для дистанційної участі у конференції The International Conference on Electrical, Computer, Communications and Mechatronics Engineering (ICECCME 21, 07-08 October, Республіка Маврикій, о.Маврикій http://www.iceccme.com , 32,97 євро/грн), мета - апробація наукових результатів
3.2.	Публікація статті	шт.	1	76 914,00	76 914,00	Article Processing Charges (APL Materials, 27,97 долар/грн), мета-поширення наукових результатів
	Разом Інші витрати (за необхідності)				86 800,00	

4.	Витрати на виконання Проекту субвиконавцем				
4.1.	Прямі витрати				
4.1.1.	Оплата праці				
	Разом Оплата праці			0,00	
4.1.2.	Нарахування на оплату праці	%	x	x	0,00
4.1.3.	Матеріали, необхідні для виконання робіт, крім спецстаткування				
	Разом Матеріали, необхідні для виконання робіт, крім спецстаткування			0,00	
4.1.4.	Витрати на службові відрядження				
	Разом Витрати на службові відрядження			0,00	
	Разом Прямі витрати			0,00	
4.2.	Непрямі витрати (не більше 10% від загального обсягу витрат субвиконавця)				
	Разом Непрямі витрати			0,00	
	Разом Витрати на виконання Проекту субвиконавцем			0,00	
	Разом по кошторису			810 035,00	

Договору про виконання наукового дослідження і розробки за рахунок грантової підтримки).

Грантоотримувач:

Керівник Грантоотримувача



Оксана ЖИЛІНСЬКА

(підпис)

Головний бухгалтер

Валентина ДЕНИСЕНКО

(підпис)

Начальник планово-фінансового відділу

Ольга БІЛЯВСЬКА

(підпис)

Науковий керівник

Олег ОЛІХ

(підпис)

Додаток 2 до Договору № 151026 від 23.04.2021 про виконання наукового дослідження і розробки за рахунок грантової підтримки



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи Кіївського національного
університету імені Тараса Шевченка

Оксана ЖИЛІНСЬКА

(Філія)
М.П.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН виконання наукового дослідження (розробки) на 2021 рік

«Розробка фізичних зasad акусто-керованої модифікації та машинно-орієнтованої характеризації кремнієвих сонячних елементів»
(назва Проекту)

Назва конкурсу:

«Підтримка досліджень провідних та молодих учених»

Реєстраційний номер Проекту: 2020.02/0036

№ етапу	Назва етапу виконання Проекту	Цілі ЕВП	Заплановані завдання для ЕВП	Термін виконання (початок-завершення), місяць, рік	Індикатори виконання (науковий або інший результат, який буде отримано в межах етапу)	Розмір фінансування, грн.
1	Створення методики оцінювання кінетичних характеристик ВАХ в умовах ультразвукового навантаження та штучної нейронної мережі для оцінки концентрації заліза в КСЕ	Реалізувати методику 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	Грантоотримувач: 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	ТРАВЕНЬ – СЕРПЕНЬ, 2021 рік	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	2 072 320,00

		<p>BAX відповідно до дводіодної моделі, 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 BAX</p>	<p>зміни параметрів BAX внаслідок відновлення пар Fe-B.</p> <p>Завдання 3. Програмна реалізація мета-евристичного методу оптимізації Jaya; визначення величини фактору неідеальності для отриманого масив вольт-амперних характеристик відповідно до дводіодної моделі.</p> <p>Завдання 4. Підготовка 2 доповідей на конференції міжнародного рівня.</p> <p>Завдання 5. Визначення закономірностей змін параметрів КСЕ внаслідок світло-індукованої деградації в умовах ультразвукового навантаження при використанні повздовжніх хвиль.</p> <p>Завдання 6. Визначення кінетичних характеристик зміни параметрів BAX внаслідок відновлення пар Fe-B в умовах ультразвукового навантаження при використанні повздовжніх хвиль.</p> <p>Завдання 7. Налаштовування гіперпараметрів штучної нейронної мережі, спроможної передбачити концентрацію домішкових атомів заліза на основі фактору неідеальності; навчання нейронної мережі.</p> <p>Субвиконавець (у разі залучення)*:</p> <p>...</p>		<p>для кремнієвих структур $n^+ - p - p^+$ з різними геометричними та електрофізичними характеристиками; підготовлені доповіді, з'ясовані фізичні закономірності взаємодії дефектних комплексів, пов'язаних із атомами перехідних металів, у КСЕ з повздовжніми пружними хвилями; налаштована штучна нейронної мережа для оцінки концентрації атомів заліза в кремнієвих $n^+ - p - p^+$ структурах.</p>	
Розмір фінансування за ЕВП № 1, грн.						2 072 320,00
2	Поперечні ультразвукові хвилі як інструмент керованої модифікації КСЕ, конкретизація фізичних	З'ясувати фізичні закономірності взаємодії дефектних комплексів, пов'язаних із атомами перехідних	Грантоотримувач: Завдання 1. Визначення закономірностей змін параметрів КСЕ внаслідок світло-індукованої деградації в умовах ультразвукового навантаження при використанні поперечних хвиль. Завдання 2. Визначення кінетичних	ВЕРЕСЕНЬ – ГРУДЕНЬ, 2021 рік	З'ясовані фізичні закономірності взаємодії дефектних комплексів, пов'язаних із атомами перехідних металів, у КСЕ з поперечними пружними хвилями; підготовлена стаття; з'ясування механізмів взаємодії	810 035,00

модифікації КСЕ, конкретизація фізичних механізмів акусто-дефектної взаємодії та розробка рекомендацій щодо практичного використання	пов'язаних із атомами перехідних металів, у КСЕ з поперечними хвильами ультразвукового діапазону, узагальнення результатів, отриманих під час виконання проекту у вигляді рекомендацій	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 2 статей у фахові журнали. Завдання 4. Визначення фізичних механізмів впливу акустичних хвиль на процес перебудови дефектних комплексів, пов'язаних із атомами перехідних металів, у КСЕ. Завдання 5. Розробка рекомендацій щодо практичного використання ультразвукового навантаження під час виробництва КСЕ. Завдання 7. Розробка рекомендацій щодо методу кількісної оцінки електрично-активних дефектів у бар'єрних структурах за величиною фактору неідеальності.		поперечними пружними хвилями; підготовлена стаття; з'ясування механізмів взаємодії дефектних комплексів, пов'язаних із атомами перехідних металів, у КСЕ з пружними хвильами 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; підготовлені статті.
Розмір фінансування за ЕВП № 2, грн.		Субвиконавець (у разі залучення)**: ...	залучення субвиконавця не передбачено	0
Загальний розмір фінансування грантоотримувача, грн.				810 035,00
Загальний розмір фінансування субвиконавця***, грн.				2882355,00
Загальний розмір фінансування, грн.				0
2882355,00				

*Примітка:

У разі залучення субвиконавця до реалізації Проекту в Календарному плані виконання наукового дослідження (розробки) зазначається інформація про зміст та обсяг робіт (завдань), які виконуватимуться субвиконавцем, відповідно до пп. 7 п. 16 Порядку конкурсного відбору та фінансування Національним фондом досліджень проектів з виконання наукових досліджень і розробок, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 27 грудня 2019 р. № 1170.

**Примітка:

У разі залучення декількох субвиконавців до реалізації Проекту в Календарному плані виконання наукового дослідження (розробки) зазначається інформація про зміст та обсяг робіт (завдань), які виконуватимуться кожним субвиконавцем, окремо.

***Примітка:

У разі залучення декількох субвиконавців до реалізації Проекту в Календарному плані виконання наукового дослідження (розробки) інформація щодо загального розміру фінансування щодо кожного субвиконавця зазначається окремо.

Головний бухгалтер

Валентина ДЕНИСЕНКО

Начальник планово-фінансового відділу

Ольга БІЛЯВСЬКА

Науковий керівник Проекту
доцент кафедри загальної фізики
Київського національного університету імені Тараса Шевченка
(посада)

Олег ОЛІХ

ПОГОДЖЕНО:

Перший заступник виконавчого директора з питань грантової підтримки
Грантонадавача

(підпис)

Віктор Ворзінік
(Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Начальник управління грантового забезпечення Грантонадавача

(підпис)

Софія Рогожко
(Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник відповідного структурного підрозділу управління грантового забезпечення
Грантонадавача

(підпис)

Ольга Березова
(Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Головний спеціаліст відповідного структурного підрозділу управління грантового забезпечення Грантонадавача

(підпис)

Надалідзе Чечига
(Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)



ЗАТВЕРДЖЮ

Проректор з наукової роботи Київського національного
університету імені Тараса Шевченка

Оксана ЖИЛІНСЬКА

(підпись)
М.П.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

до проекту з виконання наукових досліджень і розробок на 2021 рік
«Розробка фізичних зasad акусто-керованої модифікації та машинно-орієнтованої характеризації
кремнієвих сонячних елементів» (далі – Проект)
(назва Проекту)

Назва конкурсу: «Підтримка досліджень провідних та молодих учених»

Реєстраційний номер Проекту: 2020.02/0036

Науковий керівник проекту: Оліх Олег Ярославович

Підстави для реалізації Проекту з виконання наукових досліджень і розробок:

Рішення наукової ради Національного фонду досліджень України щодо визначення переможця конкурсу протокол від «16-17» вересня 2020 року № 21

Рішення наукової ради Національного фонду досліджень України про схвалення звіту та продовження надання грантової підтримки проекту від «24» грудня 2020 року № 42

1. ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ПРОЄКТ (заповнюється відповідно до поданої заявки на одержання грантової підтримки, далі – заявка)

Короткий опис Проекту (до 5000 знаків)

На сьогодні сонячна фотовольтаїка характеризується найшвидшими темпами зростанням серед усіх технологій у світі, спрямованих на використання відновлюваних джерел енергії. При цьому практичне використання даного способу створення енергії переважно реалізується за допомогою кремнієвих сонячних елементів. Задля здешевлення кінцевої продукції, для створення КСЕ використовуються кристали достатньо невисокої чистоти, причому однією з найпоширеніших і водночас з найшкідливіших домішок, є атоми заліза та інших перехідних металів. Питання щодо з'ясування поведінки дефектів та реалізації можливості їхнього керованого переведення у електрично-неактивний стан мають фундаментальне значення для покращення експлуатаційних характеристик пристройів. Одним з варіантів модифікації дефектної підсистеми є збудження у кристалі пружних коливань. Проте, наявних на сьогодні знань недостатньо для формування цілісних уявлень щодо акусто-дефектної взаємодії у напівпровідникових кристалах загалом та практичного використання можливостей активного ультразвуку під час виготовлення сонячних елементів зокрема. Особливістю даного проекту є те, що він передбачає з'ясування фізичних особливостей та механізмів впливу ультразвукового навантаження на процеси перебудови дефектних комплексів, ініційовані іншим активайзінгом чинником (освітленням) чи викликані прагненням системи повернутися до стану термодинамічної рівноваги. Тобто, проект

Додаток 4 до Договору № 156/2021 від 23.04.2021 про виконання наукового дослідження і розробки за рахунок грантової підтримки

ГРАФІК
фінансування Проекту з виконання наукового дослідження і розробки у 2021 році

2020.02/0036 «Розробка фізичних зasad акусто-керованої модифікації та машинно-орієнтованої характеризації кремнієвих сонячних елементів»

(номер та назва Проекту)

грн.

Етап виконання Проекту № 1				Етап виконання Проекту № 2			
Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
1 264 000,00	0	520 000,00	288 320,00	0	316 000,00	243 000,00	251 035,00
Всього ЕВП №1: 2 072 320,00				Всього ЕВП №2: 810 035,00			
Разом на рік: 2 882 355,00							

Графік фінансування за місяцями є орієнтовним та може бути зміщений відповідно до фактичного фінансування Грантонадавача, що не потребує внесення змін до Договору, якщо це зміщення не впливає на загальну вартість етапу виконання проекту.

Грантоотримувач:

Київський національний університет імені
Тараса Шевченка

Проректор з наукової роботи

Оксана ЖИЛІНСЬКА

Головний бухгалтер

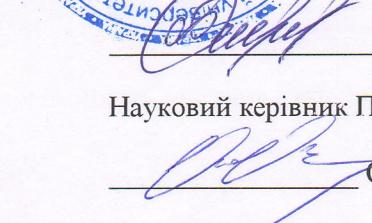
Валентина ДЕНИСЕНКО

Начальник планово-фінансового відділу

Ольга БІЛЯВСЬКА

Науковий керівник Проекту

Олег ОЛХ



Грантонадавач:

Національний фонд дослідень України

Виконавчий директор

(підпис)

(Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

B. O. Перший заступник виконавчого директора з питань

грантової підтримки

(підпис)

(Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Начальник управління грантового забезпечення

(підпис)

(Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Начальник відділу фінансування грантових проектів

(підпис)

Ольга Стусенко

(Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

