

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

Реєстраційний номер проєкту: 2020.02/0036

Назва конкурсу

Конкурс НФДУ "Підтримка досліджень провідних та молодих учених"

Тематичний напрям конкурсу

Загальногалузовий конкурс колективних проєктів із виконання фундаментальних та прикладних наукових досліджень і розробок.

Характер досліджень

Фундаментальні дослідження

Вид грантової підтримки

Колективний грант

Напрямок грантової підтримки

- Виконання наукових досліджень і розробок

Науковий напрям

- Природничі, технічні науки і математика

Спеціальність

- Фізика твердого тіла

Опис проєкту

Анотація проєкту

Проєкт передбачає два основних напрями досліджень. Перший має на меті розробку фізичних засад методу акустостимульованої деактивації дефектів, які пов'язані з атомами перехідних металів у кремнієвих сонячних елементах (КСЕ), та базується на експериментальному з'ясуванні фізичних закономірностей та механізмів перебудови дефектних комплексів за умов поширення пружних хвиль ультразвукового діапазону. Передбачається, що подібний підхід дозволить покращити ефективність та світлодеградаційну стійкість КСЕ. Другий напрям передбачає розробку засад експрес-методу кількісної оцінки електрично-активних дефектів у бар'єрних структурах за величиною фактору неідеальності. При цьому передбачається а) моделювання вольт-амперних характеристик КСЕ з різними геометричними і електрофізичними параметрами з врахуванням наявності рекомбінаційних центрів; б) використання методів глибокого навчання для виявлення взаємозв'язків концентрації дефектів та параметрів вольт-амперних характеристик.

Короткий опис проєкту

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 пристроїв. 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 проєкту є те, що він 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 засад методу, що базується на використанні комплексних процесів, де ультразвуку відведена роль додаткового чинника та певного фактору коригування. Експериментальна частина проєкту 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 неідеальності, 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-V в умовах ультразвукового навантаження та порівняння з беззвуким 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 напівпровідникових 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 характеристизації 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 p+-p-p+ з різною товщиною (150-240 мкм) та різним 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. 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 кількостей схованих 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 неідеальності.

Ключові слова

Кремній, сонячні елементи, ультразвук, рекомбінаційні центри, вольт-амперні характеристики, глибоке навчання, фактор неідеальності, акусто-дефектна взаємодія

Мета наукового проекту

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

Основні завдання проекту

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 перехідних 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 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.

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

Детальний зміст проєкту

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

3. Детальний зміст проєкту (українською та англійською мовами)

3.1 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 навколишнього 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 створюються з використанням аморфного, полікристалічного чи кристалічного кремнію, причому частка останніх складає близько 40%. Як і для інших напівпровідникових пристроїв, 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 пристроїв.

Загальновизнаними методами зовнішньої активації/деактивації технологічно функціональних дефектів для управління властивостями напівпровідникових структур є опромінення та термообробка, які, проте, суттєво впливають і на стан кристала загалом.

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

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 слушність використання ультразвукового навантаження як додаткового фактору впливу під час технологічних операцій, таких як, наприклад, іонна імплантація. Водночас, наявної інформації недостатньо для формування цілісних уявлень щодо акусто-дефектної взаємодії у напівпровідникових, 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 напівпровідникових 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, нестаціонарна спектроскопія і т.п.), так і непрямих (поверхневої фотоерс, виміри 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 характеристизації сонячних елементів є вимірювання вольт-амперних характеристик (ВАХ), який, зокрема, дозволяє отримати такі фундаментальні параметри даних пристроїв 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 характеристизації сонячних елементів з використанням подібних підходів.

3.2 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 проєкту 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 проєкту спрямована на розробку нового експрес-методу оцінки концентрації рекомбінаційних центрів, який є простим за реалізацією доповненням стандартної процедури характеристики 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.

3.3 Методологія дослідження (до 2 сторінок)

Експериментальна частина проєкту 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

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

діапазоні 290-350 К) та порівняння із беззвуким 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 акустостимульованої 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 міжвузлового заліза $\Delta\Omega > 0$; а саме для дефектів такого типу, відповідно до попередніх досліджень, очікується найбільша ефективність акусто-дефектної взаємодії.

Розробка методу характеристики 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 ($10^{15} \div 10^{17} \text{ см}^{-3}$) бази при варіації концентрації домішки в інтервалі $10^{10} \div 10^{13} \text{ см}^{-3}$ 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. 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 (ширини 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

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

(на основі масиву даних, отриманих попередньо) штучної нейронної мережі, спроможної передбачити концентрацію домішкових атомів заліза на основі параметрів сонячного елемента, умов вимірювання ВАХ та отриманого в результаті апроксимації ВАХ значення фактору неідеальності. Орієнтовний інструмент роботи зі штучною нейронною мережею – пакет Keras.

3.4 Обґрунтування спроможності виконання проєкту учасником Конкурсу (до 3 сторінок).

Досвід наукової роботи Оліха О.Я. – 24 роки., він є автором понад 70 наукових публікацій, серед яких 40 статей (з них 10 – одноосібних робіт у фахових періодичних виданнях, індексованих у Scopus; зокрема 2 та 3 подібні роботи у виданнях 1-го та 2-го квартилів відповідно). Індекс Хірша (Scopus) дорівнює 7. Основна тематика досліджень: використання ультразвуку для характеристики та модифікації властивостей напівпровідникових структур. Ним вперше проведено дослідження перенесення заряду в кремнієвих р-нструктурах та структурах з бар'єром Шотки за умов ультразвукового навантаження; запропоновано модель акустоактивного комплексного дефекту. Він є фахівцем в галузі визначення параметрів бар'єрних структур за вольт-амперними характеристиками, зокрема, з використанням мета-евристичних методів (Journal of Applied Physics, 2015, **118**, 024502). Також він є автором роботи, де проаналізовано зв'язок величини фактору неідеальності кремнієвої n^+p структури з концентрацією атомів заліза (Superlattices and Microstructures, 2019, **136**, 106309), яка є підґрунтям запропонованого у проєкті методу.

Досвід наукової роботи проф. Костильова В.П. – 45 років., він є автором понад 270 наукових публікацій, серед яких 1 монографія (у складі авторів), 152 статті (з них 54 роботи у періодичних виданнях, індексованих у Scopus; зокрема 4 роботи у виданнях 1-го та 8 робіт 2-го квартилів), 6 патентів України. Індекс Хірша (Scopus) дорівнює 7. Основними напрямками наукової діяльності В. П. Костильова є комплексне дослідження електрофізичних, фотоелектричних і оптичних процесів в багатошарових фоточутливих структурах на основі кремнію, розроблення фізичних і технологічних принципів створення нових типів фотоелектричних приладів і сонячних елементів на їх основі, а також розробка і створення нових методів і методик дослідження зазначених приладів і структур. В результаті проведених досліджень були з'ясовані особливості протікання процесів генерації-рекомбінації та збирання нерівноважних носіїв заряду в кремнієвих структурах з приповерхневими дифузійно-польовими бар'єрами та гетеро-переходами (т.ч. на основі

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

гетероструктур $p^+-\alpha\text{-Si:H}/n\text{-c-Si}/n^+-\alpha\text{-Si:H}$ (HIT)) в широкому діапазоні зміни температури та рівнів освітленості (Journal of Applied Physics, 2016, **119**, 225702; IEEE Journal of Photovoltaics, 2020, **10**, 63-69), запропонований новий механізм прояву впливу екситонів на рекомбінацію нерівноважних носіїв заряду в кремнії за рахунок безвипромінювальної анігіляції екситонів по механізму Оже за участю глибоких домішкових центрів. Отримані результати дозволили розробити технологію виготовлення вискоефективних кремнієвих перетворювачів сонячної енергії наземного та космічного призначення з коефіцієнтом корисної дії до 19% в умовах АМ 1,5, розроблені фізико-технологічні принципи зменшення на 30-40% оптичних втрат в фотоперетворювачах завдяки використанню багат шарових антивідбиваючих покриттів і зменшення омичних втрат.

В рамках Загальнодержавної (Національної) космічної програми України при його активній творчій участі були розроблені і впроваджені у виробництво вискоефективні сонячні батареї ААЕИ.564113.001 для космічних апаратів нового покоління КС5МФ2 «Мікрон». В.П. Костильов створив і очолив єдиний в Україні сертифікований Центр випробувань фотоперетворювачів (ФП) і батарей фотоелектричних (БФ) Інституту фізики напівпровідників НАН України, атестований уповноваженими органами Мінекономрозвитку України на право здійснення вимірювань фото енергетичних параметрів сонячних елементів і батарей, який Постановою Кабінету Міністрів України від 28.08 2013р. №650-р внесений до Державного реєстру наукових об'єктів, що становлять національне надбання.

За роботу «Ключові технології виробництва кремнієвих сонячних елементів та енергетичних систем на їх основі» Костильов В.П. в складі авторського колективу в 2013 році відзначений Державною премією України в галузі науки та техніки.

Досвід наукової роботи Власюка В.М. – 5 років. Він є автором 44 наукових публікацій, серед яких 13 статей (з них 3 – роботи у виданнях 1-го та 2-го квартилів). Основна тематика досліджень: фотоелектричні процеси в фоточутливих структурах на основі кремнію. Ним вперше показано, що рекомбінаційні струми в області просторового заряду кремнієвих фоточутливих структур формуються на основі часів життя, менших, принаймні на порядок, за об'ємні часи життя. Оцінено параметри глибоких рівнів, відповідальних за рекомбінацію в області просторового заряду. Уточнено внесок безвипромінювальної екситонної рекомбінації в ефективний час життя нерівноважних носіїв заряду в кремнії. Власюк В.М. є спеціалістом в області визначення фотоелектричних і рекомбінаційних параметрів фоточутливих структур.

Досвід наукової роботи Лозицького О.В. – 4 роки, він навчається в аспірантурі. Він є автором 13 публікацій, з яких 12 статей у виданнях, індексованих в Scopus (з них 6 – роботи у

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

виданнях 1-го та 2-го квартилів). Індекс Хірша (Scopus) дорівнює 3. Лозицький О.В. має досвід моделювання фізичних властивостей матеріалів за допомогою машинного навчання, а саме ним проведено моделювання екранувальних і електричних властивостей одно- і багатошарових композитів в мікрохвильовому діапазоні. Також наявний досвід використання машинного навчання з підкріпленням (reinforcement learning) на платформі Upwork.

Центр випробувань ФП і БФ 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 $((-5 \div 5) \text{ В}, (10^{-8} \div 2 \cdot 10^{-2}) \text{ А},$ точність 0,1%, швидкість – до 50 вимірів/с);
- термостат на базі пропорційно-інтегрально-диференційного контролера (температурна стабільність $\pm 0,02 \text{ К}$);
- п’єзоелектричні перетворювачі для збудження повздовжніх та поперечних хвиль у діапазоні $(1 \div 30) \text{ МГц}$;
- 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.

3.5 Обґрунтування необхідності придбання за рахунок гранту обладнання та устаткування, а також напрямів їх використання після завершення гранту (до 1 сторінки).

За рахунок гранту передбачається придбання наступного обладнання:

- Вимірювальна платформа Keithley 4200A-SCS з модулями Keithley 4200-SMU, Keithley 4210-CVU та Keithley 4200A-CVIV. Цей прилад дозволяє з високою точністю проводити швидкі вимірювання вольт-амперних характеристик (у діапазоні струмів $10^{-15} \div 1 \text{ А}$ та напруг

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

$10^{-6} \div 210$ В) та вольт-фарадних характеристик ($10^{-14} \div 10^{-6}$ Ф, до 400 В у частотному діапазоні $10^3 \div 10^7$ МГц). Необхідність його придбання у даному проєкті пов'язана з 1) можливістю реалізації швидкісних вимірювань ВАХ: у імпульсному режимі часове розділення даного приладу досягає 10 нс, що суттєво перевищує можливості наявного обладнання; водночас характерні часи процесів перебудови та перезарядки дефектів у напівпровідникових пристроях найчастіше знаходяться у діапазоні $10^{-6} \div 10^{-2}$ с і тому використання даного приладу дозволить безпосередньо визначати фізичні закономірності подібних процесів та впливу на них акустичних хвиль; 2) розширенням можливостей тестування КСЕ та підготовки рекомендацій для модифікації технологічних процесів завдяки проведенню вольт-фарад досліджень у широкому частотному діапазоні. Після завершення гранту аналізатор Keithley 4200A-SCS буде використовуватися для тестування різноманітних напівпровідникових пристроїв та структур. Зокрема, завдяки можливостям надшвидких вимірювань малих струмів, він буде використовуватись для характеристики нанoeлектронних пристроїв.

- Ноутбук HP Pavilion Gaming 15. Сучасні підходи до глибоко навчання передбачають роботу з великими об'ємами даних, що висуває достатньо жорсткі вимоги до швидкодії та оперативної пам'яті обчислювальних пристроїв. Зокрема, широко використовуються процеси паралельних обчислень з використанням відео-процесорів, що підтримують технологію CUDA. Більшість розроблених інструментів для роботи зі штучними нейронними мережами, зокрема Keras, який планується використати під час реалізації проєкту, оптимізовані саме для використання подібних технологій. На жаль, наявний комп'ютерний парк з цієї точки зору є застарілим і для ефективної роботи зі штучною нейронною мережею, спроможною передбачити концентрацію домішкових атомів заліза на основі параметрів сонячного елементау необхідне обладнання з більшою розрахунковою потужністю. Після завершення гранту ноутбук буде і надалі використовуватися для реалізації процесів глибокого навчання.

3.6 Обсяг фінансування, необхідний для виконання наукового дослідження (розробки), з відповідним обґрунтуванням за статтями витрат згідно з таблицями у Розділі VII (до 2 сторінок).

Витрати на оплату праці, включно з нарахуваннями передбачають фінансування у обсязі 1886210 грн (390250 грн у 1 рік, 1495960 грн у 2 рік). Вони передбачають оплату відповідно до схеми посадових окладів Київського національного університету імені Тараса Шевченка за роботи, виконані виконавцями проєкту, зазначені у наступній таблиці.

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

| ПП | Завдання під час етапів | Зайнятість, міс |
|---|---|-----------------|
| Оліх О.Я., д.ф-м.н., доцент, науковий керівник проєкту | Розробка розрахункової моделі кремнієвої n+-p-p+ структури; розробка програмного забезпечення для автоматизації моделювання та обробки результатів; проведення моделювання; розробка методики оцінювання кінетичних характеристик ВАХ в умовах ультразвукового навантаження; розробка методики екстрагування параметрів дефектних комплексів з ВАХ, проведення відповідних розрахунків; 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, звітів. | 14,5 |
| Костильов В.П. д.ф- м.н., проф. | Підбір кремнієвих сонячних елементів; розробка методики вимірювання кінетики світлоіндукованих процесів в КСЕ; визначення кількісних характеристик кінетики зміни параметрів ВАХ внаслідок відновлення пар Fe-B; 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, звітів. | 14,5 |
| Власюк В.М. к.ф- м.н, н.с. | Закупівля обладнання; відпрацювання режимів вимірювання кінетики світлоіндукованих процесів в КСЕ; вимірювання характеристик впливу світло-індукованого розпаду пар Fe-B на параметри ВАХ за умов ультразвукового навантаження та без нього; підготовка доповідей, наукових статей, звітів. | 14,5 |
| Лозицький О.В., аспірант | Розробка програмного забезпечення для автоматизації моделювання та обробки результатів; проведення моделювання; програмна реалізація мета-евристичного методу оптимізації Jaya; налаштування та навчання штучної нейронної мережі; підготовка доповідей, наукових статей, звітів. | 14,5 |
| молодий учений, к.ф-м.н | Практична реалізація методики оцінювання кінетичних характеристик ВАХ в умовах ультразвукового навантаження; проведення відповідних вимірювань. | 8,5 |
| молодий учений, аспірант | Вимірювання кінетики зміни параметрів ВАХ внаслідок відновлення пар Fe-B за умов ультразвукового навантаження та без нього; проведення закупівель | 8,5 |
| студент | Практична реалізація методики оцінювання кінетичних характеристик ВАХ в умовах ультразвукового навантаження; підготовка зразків до вимірювань | 8,5 |

Фінансування на матеріали, необхідні для виконання робіт, крім спецустаткування складає 166900 грн (65000 грн у 1 рік, 101900 грн у 2 рік). Переважно воно передбачає витрати на комплектуючі, необхідні для роботи параметричного аналізатора Keithley 4200A-

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

SCS. Крім того, у зв'язку з необхідністю підготовки звітів, передбачені закупівлі паперу та витратних матеріалів для принтерів (7110 грн).

Витрати на спецустаткування (обладнання) - 3368370 грн (2262620 грн у 1 рік, 1105750 грн у 2 рік) – обґрунтування наведене у п.3.5.

Витрати на відрядження пов'язані з необхідністю представлення результатів науковій спільноті та ознайомлення з найсучаснішими досягненнями і передбачають участь у закордонних (1 відрядження для кожного з основних виконавців проєкту) та українських (2 відрядження сумарно) конференціях. Передбачений обсяг фінансування – 179330 грн (2 рік).

Інші витрати 257140грн (2 рік) призначені на сплату публікаційних внесків передбачених в очікуваних результатах проєкту 2 статей у міжнародних фахових журналах та організаційних внесків на наукових конференціях.

Загальний обсяг фінансування проєкту - 6508830грн (3019860грн у 1 рік, 3488970грн у 2 рік)

3.7 Очікувані результати виконання проєкту (до 1 сторінки):

Очікувана в результаті виконання проєкту наукова продукція полягає у

- з'ясуванні фізичних закономірностей та механізмів взаємодії дефектних комплексів, пов'язаних із атомами перехідних 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 (близько 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 кuartилів;
- підготовка не менше 3 доповідей на конференціях міжнародного рівня.

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

3.8 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. Визначенні особливості акусто-дефектної взаємодії дозволять налаштувати параметри ультразвукового впливу задля отримання найбільшої ефективності контрольованої модифікації дефектної підсистеми. Крім того, отримані результати можуть стати основою для розробки методів акустичної інженерії дефектів у напівпровідникових 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.

3.9 Можливі ризики, що можуть вплинути на реалізацію проєкту (до 1 сторінки)

Введення карантину перешкодить виконанню експериментальних досліджень у повному обсязі.

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 |

НОВИЙ ВАРІАНТ ФІНАНСУВАННЯ

Назва проєкту

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

Development of physical base of both acoustically controlled modification and machine learning-oriented characterization for silicon solar cells

Науковий керівник проєкту

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

Olikh Oleg Yaroslavovych, doctor of science (physics and mathematics), associate professor

Розділ VII. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ОБСЯГИ ФІНАНСУВАННЯ ПРОЄКТУ

(українською та англійською мовами)

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

1) Загальний обсяг фінансування 6586240 грн

2) Фінансування за роками:

1-й рік 1779800 грн

2-й рік 4806440 грн

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

1-й етап 72270 грн

2-й етап 1707530 грн

3-й етап 3081450 грн

4-й етап 619390 грн

5-й етап 610570 грн

6-й етап 495030 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 | 1601820 | 4060720 |
| 1.1. Витрати на оплату праці, включно з нарахуваннями | 325210 | 1495970 |
| 1.2. Матеріали, необхідні для виконання робіт, крім спекустаткування | 4740 | 2370 |
| 1.3. Спекустаткування (обладнання) | 1271870 | 2383050 |
| 1.4. Витрати на службові відрядження | | 179330 |

| | | |
|---|---------|---------|
| 2. Непрямі витрати (не більше 10% від загального обсягу витрат) | 177980 | 480640 |
| 3. Витрати на виконання проєкту субвиконавцем | 0 | 0 |
| 4. Інші витрати (за необхідності) | | 265080 |
| Разом, грн | 1779800 | 4806440 |

Фінансування проєкту

| Обсяг фінансування | |
|--|-----------|
| Термін реалізації проєкту | Дворічний |
| Обсяг фінансування проєкту (грн.) | 6,508,830 |
| Обсяг фінансування проєкту, перший рік (грн) | 3,019,860 |
| Обсяг фінансування проєку, другий рік (грн) | 3,488,970 |
| Етапи фінансування | |
| Обсяг фінансування, етап 1 | 72,270 |
| Обсяг фінансування, етап 2 | 2,947,590 |
| Обсяг фінансування, етап 3 | 1,772,810 |
| Обсяг фінансування, етап 4 | 617,540 |
| Обсяг фінансування, етап 5 | 606,410 |
| Обсяг фінансування, етап 6 | 492,210 |

Учасник конкурсу/субвиконавці

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Учасник

Організаційно-правова форма підприємства
/установи/організації

Державна організація (установа, заклад,
підприємство)

Підпорядкованість підприємства/установи
/організації

Міністерство освіти і науки України

Код ЄДРПОУ

02070944

Код(и) КВЕД

72.11; 72.19; 72.20

Стратегічні напрями наукової діяльності

Відповідають пріоритетним напрямам розвитку науки й техніки (Закон України № 2519-VI від 09.09.10): Фундаментальні наукові дослідження з найважливіших проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу. Інформаційні та комунікаційні технології. Енергетика та енергоефективність. Рациональне природокористування. Науки про життя, нові технології профілактики та лікування найпоширеніших захворювань. Нові речовини і матеріали.

ПІБ керівника підприємства/установи/організації

Губерський Леонід Васильович

Юридична адреса підприємства/установи/організації

вул. Володимирська, 60, м. Київ, Київська обл., 01033, Україна

Поштова адреса

Україна, 01601, місто Київ, вул. Володимирська, 64/13

Фактична адреса

Україна, 01601, місто Київ, вул. Володимирська, 64/13

Телефон

044-239-31-41

Адреса електронної пошти

office.chief@univ.net.ua

Посилання на веб сторінку підприємства/установи/організації

<http://www.univ.kiev.ua>

Керівник проекту

Доктор ОЛІХ ОЛЕГ ЯРОСЛАВОВИЧ

Стать
чол

Дата народження
05.06.1974

Країна постійного проживання
Україна

Громадянство
Україна

Мобільний телефон
+380673169020

E-mail
olikh@univ.kiev.ua

Інші контакти (skype, viber, інше)

Viber: +380673169020

Telegram: +380673169020

НАУКОВИЙ ПРОФІЛЬ

Науково-дослідний профіль (Orcid, Google Scholar, Scopus authors, інші) мінімум два:

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506623724>;

<https://scholar.google.com.ua/citations?hl=ru&user=9M07CQ0AAAAJ>;

<https://orcid.org/0000-0003-0633-5429>;

Науковий стаж, кількість років
24

Загальна кількість патентів
0

Загальна кількість публікацій
74

Кількість публікацій у виданнях 1-го — 2-го
квартилів
13

Індекс Хірша (SCOPUS)
7

Кількість монографій
0

Гранти, отримані на дослідження, зокрема гранти ДФФД
відсутні

Досвід проведення експертизи (рецензування наукових статей, експертиза дослідницьких проектів) рецензування наукових статей за тематикою вплив дефектів на електрофізичні властивості кремнієвих структур (Radiation Physics and Chemistry, 2018; Jacobs Journal of Materials Science, 2017); методи характеризації напівпровідникових бар'єрних структур за допомогою вольт-амперних характеристик (Journal of Applied Physics, 2017; Solid-State Electronics, 2017; Physica B: Condensed Matter, 2016), ультразвукові методи неруйнівного контролю (Ultrasonics, 2017); рецензування звіту про виконання завершеної науково-технічної роботи щодо розроблення пристроїв функціональної електроніки (2019)

НАУКОВА ДІЯЛЬНІСТЬ

Фізика твердого тіла

Науковий напрям
Природничі, технічні науки і математика

Галузь науки
Фізико-математичні науки

Ключові слова

Кількість публікацій за галуззю експертизи або напрямком досліджень

40

ультразвук, кремній, дефекти, вольт-амперні характеристики, бар'єрні структури;
ultrasound, silicon, defect, current-voltage characteristic, barrier structure

НАЙВАГОМІШІ ПРАЦІ, ОПУБЛІКОВАНІ ЗА ОСТАННІ 10 РОКІВ (НЕ БІЛЬШЕ 10 ПРАЦЬ). МОЛОДІ ВЧЕНІ, ЯКІ НЕ МАЮТЬ ПУБЛІКАЦІЙ, НАВОДЯТЬ DOI ОДНІЄЇ СТАТТІ НАУКОВОГО КЕРІВНИКА ПРОЄКТУ, ДО ЯКОГО ВОНИ ПРИЄДНУЮТЬСЯ В РАМКАХ КОНКУРСУ "ПІДТРИМКА ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОВІДНИХ ТА МОЛОДИХ УЧЕНИХ" (З ЗАЗНАЧЕННЯМ ЦЬОГО В ПРИКЛАДНОМУ CV)

[10.1063/1.5001123](#)

Olikh O. Ya., Gorb A. M., Chupryna R. G., Pristay-Fenenkov O. V.

Acousto-defect interaction in irradiated and non-irradiated silicon n+-p structures

Journal of Applied Physics, AIP Publishing, 2018

ultrasound, silicon, acousto-defect interaction, current-voltage characteristics

[10.1016/j.spmi.2019.106309](#)

Olikh O. Ya.

Relationship between the ideality factor and the iron concentration in silicon solar cells

Superlattices and Microstructures, Elsevier BV, 2019

Silicon solar cell, SCAPS simulator, Ideality factor, Iron concentration

[10.1016/j.ultras.2014.10.008](#)

Olikh O. Ya.

Reversible influence of ultrasound on γ -irradiated Mo/n-Si Schottky barrier structure

Ultrasonics, Elsevier BV, 2014

Dynamic ultrasonic influence, Schottky barrier, Gamma-ray effect, Silicon

[10.1063/1.4926420](#)

Olikh O. Ya.

Review and test of methods for determination of the Schottky diode parameters

Journal of Applied Physics, AIP Publishing, 2015

Schottky diode, parameters extraction, current-voltage characteristics, analytical methods, numerical methods, evolutionary methods

[10.1016/j.spmi.2018.03.027](#)

Olikh O. Ya.

Acoustically driven degradation in single crystalline silicon solar cell
Superlattices and Microstructures, Elsevier BV, 2018
Silicon, Solar cells, Ultrasound influence

[10.1016/j.ultras.2015.12.001](#)

Olikh Oleg, Voytenko Katerina

On the mechanism of ultrasonic loading effect in silicon-based Schottky diodes
Ultrasonics, Elsevier BV, 2015
Shottky diode, Silicon, Ultrasound influence features, Current–voltage characteristics

[10.1109/TNS.2012.2234137](#)

Olikh Oleg Ya.

Non-Monotonic γ -Ray Influence on Mo/n-Si Schottky Barrier Structure Properties
IEEE Transactions on Nuclear Science, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2013
Dose rate effects, gamma-ray effects, semiconductor devices, silicon

[10.1063/1.4906844](#)

Olikh O. Ya., Voytenko K. V., Burbelo R. M.

Ultrasound influence on I–V–T characteristics of silicon Schottky barrier structure
Journal of Applied Physics, AIP Publishing, 2015
Ultrasound, Acoustically induced modification, Shottky diode, Silicon

[10.1109/TNS.2010.2047655](#)

Gorb Alla M., Korotchenkov Oleg A., Olikh Oleg Ya., Podolian Artem O.

Ultrasonically Recovered Performance of γ -Irradiated Metal-Silicon Structures
IEEE Transactions on Nuclear Science, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2010
Defects, lifetime, radiation, silicon, ultrasound

[10.1016/j.sse.2019.107712](#)

Gorb A.M., Korotchenkov O.A., Olikh O.Ya., Podolian A.O., Chupryna R.G.

Influence of γ -irradiation and ultrasound treatment on current mechanism in Au-SiO₂-Si structure
Solid-State Electronics, Elsevier BV, 2019
MOS structures, Si-SiO₂ interface, Ultrasound treatment, γ -rays

Країна
Україна

Місто
Київ

Факультет
фізичний факультет

Спеціальність
фізика твердого тіла

Номер диплома
ЛТ BEN№001760

Дата видачі диплома
28.06.1996

МІСЦЕ РОБОТИ ТА ПОСАДА

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Посада
доцент кафедри загальної фізики

Період роботи
02.04.1998 - Досі працюю

Підпорядкованість
Міністерство освіти і науки України

ЄДРПОУ
02070944

Країна
Україна

Місто
Київ

Адреса установи
вул. Володимирська, 64/13, Київ, Україна, 01601

Робочий телефон
(044) 5213363

НАУКОВИЙ СТУПІНЬ

Доктор

Номер диплому
ДД №008094

Дата видачі диплома
18.12.2018

АКАДЕМІЧНЕ АБО ВЧЕНЕ ЗВАННЯ

- Доцент

Curriculum vitae

ПЕРСОНАЛЬНІ ДАНІ

Прізвище, ім'я, по батькові Оліх Олег Ярославович
Дата народження 05.06.1974
Громадянство Україна
E-mail olikh@univ.kiev.ua
Мобільний телефон +380673169020

ОСВІТА

1996-2000 аспірантура при кафедрі загальної фізики Київського національного університету імені Тараса Шевченка
1991-1996 фізичний факультет Київського університету ім. Тараса Шевченка, присвоєно кваліфікацію спеціаліста «Фізик. Викладач» за спеціальністю фізика твердого тіла (диплом ЛТ ВЕ №001760, 28.06.1996)

НАУКОВІ СТУПЕНІ, ВЧЕНІ ЗВАННЯ

2018 захист дисертації «Акусто- та радіаційно-індуковані явища в поверхнево-бар'єрних кремнієвих та арсенід-галієвих структурах» на здобуття наукового ступеню доктора фізико-математичних наук за спеціальністю фізика твердого тіла (диплом ДД №008094, 18.12.2018)
2004 присвоєно вчене звання доцента кафедри загальної фізики (атестат ДЦ №009574, 16.12.2004)
2001 захист дисертації «Дослідження акусто-фото-електричної взаємодії в напівпровідникових структурах GaAs і Si» на здобуття наукового ступеню кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю фізика твердого тіла (диплом ДК №010707, 16.05.2001)

ДОСВІД РОБОТИ

2002 - по сьогодні доцент кафедри загальної фізики Київського національного університету імені Тараса Шевченка
1998-2002 асистент кафедри загальної фізики Київського національного університету імені Тараса Шевченка

ЗНАННЯ МОВ

українська - С2
російська – С2
англійська – В2.

НАУКОВА ДІЯЛЬНІСТЬ

Кількість наукових публікацій 74

Основні напрямки наукової діяльності Галузь знань «Природничі науки»
- вплив ультразвуку на речовину;
- використання ультразвукових методів для визначення параметрів напівпровідникових структур;
- акустостимульовані динамічні явища в напівпровідникових бар'єрних структурах

Публікації за період 2010–2020 рр. у періодичних виданнях, віднесених до першого та другого квартилів

1. Olikh Ya. M., Tymochko M. D., Olikh O.Ya. «Mechanisms of two-stage conductivity relaxation in CdTe:Cl with ultrasound», Journal of Electronic Materials, 2020, <https://doi.org/10.1007/s11664-020-08179-7>
2. Gorb A.M., Korotchenkov O.A., Olikh O.Ya., Podolian A.O., Chupryna R.G. «Influence of γ -irradiation and ultrasound treatment on current mechanism in Au-SiO₂-Si structure», Solid State Electronics, 2020, vol.165, 107712; <https://doi.org/10.1016/j.sse.2019.107712>
3. Olikh O.Ya. «Relationship between the ideality factor and the iron concentration in silicon solar cells», Superlattices and Microstructures, 2019, vol.136, 106309; <https://doi.org/10.1016/j.spmi.2019.106309>
4. Olikh Ya. M., Tymochko M. D., Olikh O.Ya., Shenderovsky V. A. «Clusters of point defects near dislocations as a tool to control CdZnTe electrical parameters by ultrasound», Journal of Electronic Materials, 2018, vol.47, is.8, P. 4370-4378; <https://doi.org/10.1007/s11664-018-6332-4>
5. Olikh O.Ya. «Acoustically driven degradation in single crystalline silicon solar cell», Superlattices and Microstructures, 2018, vol.117, p. 173-188; <https://doi.org/10.1016/j.spmi.2018.03.027>
6. Olikh O.Ya., Gorb A.M., Chupryna R.G., Pristay-Fenenkov O.V. «Acousto-defect interaction in irradiated and non-irradiated silicon n⁺-p structures», Journal of Applied Physics, 2018, vol.123, is.16, 161573; <https://doi.org/10.1063/1.5001123>
7. Olikh O.Ya., Voytenko K.V. «On the mechanism of ultrasonic loading effect in silicon-based Schottky diodes», Ultrasonics, 2016, vol.66, p. 1-3; <https://doi.org/10.1016/j.ultras.2015.12.001>
8. Olikh O.Ya. «Review and test of methods for determination of the Schottky diode parameters», Journal of Applied Physics, 2015, vol.118, is.2, 024502; <https://doi.org/10.1063/1.4926420>
9. Olikh O.Ya., Voytenko K.V., Burbelo R.M. «Ultrasound influence on I-V-T characteristics of silicon Schottky barrier structure», Journal of Applied Physics, 2015, vol.117, is.4, 044505; <https://doi.org/10.1063/1.4906844>
10. Olikh O.Ya. «Reversible influence of ultrasound on γ -irradiated Mo/n-Si Schottky barrier structure», Ultrasonics, 2015, vol.56, p. 545-550; <https://doi.org/10.1016/j.ultras.2014.10.008>
11. Olikh O.Ya. «Non-Monotonic γ -Ray Influence on Mo/n-Si Schottky Barrier Structure Properties», , IEEE Transactions on Nuclear Science, 2013, vol.60, is.1, part 2, p.394-401; <https://doi.org/10.1109/TNS.2012.2234137>
12. Gorb A.M., Korotchenkov O. A., Olikh O.Ya., Podolian A.O. «Ultrasonically Recovered Performance of γ -Irradiated Metal-Silicon Structures», IEEE Transactions on Nuclear Science, 2010, vol.57, is.3, p.1632-1639; <https://doi.org/10.1109/TNS.2010.2047655>

Curriculum vitae

PERSONAL INFORMATION

| | |
|---------------------|--------------------|
| First Name, Surname | Oleg Olikh |
| Date of Birth | 05.06.1974 |
| Citizenship | Ukraine |
| E-mail | olikh@univ.kiev.ua |
| Mobile Telephone | +380673169020 |

EDUCATION

| | |
|-----------|--|
| 1996-2000 | Post-graduate course at the general physics department in Taras Shevchenko National University of Kyiv |
| 1991-1996 | Physics faculty of Taras Shevchenko University of Kyiv, master in solid state physics (diploma JIT BE №001760, 28.06.1996) |

ACADEMIC DEGREE, ACADEMIC RANK

| | |
|------|--|
| 2018 | Doctor of Science Degree (Physics and Mathematics), solid state physics specialty, thesis «Acoustically and radiation induced phenomena in surface barrier silicon and gallium arsenide structures» (diploma DD №008094, 18.12.2018) |
| 2004 | Academic rank of associate professor at the general physics department (diploma ДІІ №009574, 16.12.2004) |
| 2001 | PhD Degree (Physics and Mathematics), solid state physics specialty, thesis «Investigation of acousto-photo-electric interaction in GaAs and Si semiconductor structures» (diploma ДК №010707,) |

WORK EXPERIENCE

| | |
|----------------|--|
| 2002 - Present | Associate professor at the general physics department, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv (Ukraine) |
| 1998-2002 | Assistant at the general physics department Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv (Ukraine) |

LANGUAGES

Ukrainian - C2
Russian – C2
English – B2.

SCIENTIFIC ACTIVITY

Number of Scientific Papers 74

Main Line of Investigation Field of knowledge "Nature Sciences"
- the ultrasound effect on materials;
- using of ultrasound methods to determine the semiconductor structure parameters;
acousto-stimulated dynamic phenomena in semiconductor barrier structures

Papers in Q1 and Q2 Journals (2010–2020)

1. Olikh Ya. M., Tymochko M. D., Olikh O.Ya. «Mechanisms of two-stage conductivity relaxation in CdTe:Cl with ultrasound», Journal of Electronic Materials, 2020, <https://doi.org/10.1007/s11664-020-08179-7>
2. Gorb A.M., Korotchenkov O.A., Olikh O.Ya., Podolian A.O.,

- Chupryna R.G. «Influence of γ -irradiation and ultrasound treatment on current mechanism in Au-SiO₂-Si structure», Solid State Electronics, 2020, vol.165, 107712; <https://doi.org/10.1016/j.sse.2019.107712>
3. Olikh O.Ya. «Relationship between the ideality factor and the iron concentration in silicon solar cells», Superlattices and Microstructures, 2019, vol.136, 106309; <https://doi.org/10.1016/j.spmi.2019.106309>
 4. Olikh Ya. M., Tymochko M. D., Olikh O.Ya., Shenderovsky V. A. «Clusters of point defects near dislocations as a tool to control CdZnTe electrical parameters by ultrasound», Journal of Electronic Materials, 2018, vol.47, is.8, P. 4370-4378; <https://doi.org/10.1007/s11664-018-6332-4>
 5. Olikh O.Ya. «Acoustically driven degradation in single crystalline silicon solar cell», Superlattices and Microstructures, 2018, vol.117, p. 173-188; <https://doi.org/10.1016/j.spmi.2018.03.027>
 6. Olikh O.Ya., Gorb A.M., Chupryna R.G., Pristay-Fenenkov O.V. «Acousto-defect interaction in irradiated and non-irradiated silicon n⁺-p structures», Journal of Applied Physics, 2018, vol.123, is.16, 161573; <https://doi.org/10.1063/1.5001123>
 7. Olikh O.Ya., Voytenko K.V. «On the mechanism of ultrasonic loading effect in silicon-based Schottky diodes», Ultrasonics, 2016, vol.66, p. 1-3; <https://doi.org/10.1016/j.ultras.2015.12.001>
 8. Olikh O.Ya. «Review and test of methods for determination of the Schottky diode parameters», Journal of Applied Physics, 2015, vol.118, is.2, 024502; <https://doi.org/10.1063/1.4926420>
 9. Olikh O.Ya., Voytenko K.V., Burbelo R.M. «Ultrasound influence on I-V-T characteristics of silicon Schottky barrier structure», Journal of Applied Physics, 2015, vol.117, is.4, 044505; <https://doi.org/10.1063/1.4906844>
 10. Olikh O.Ya. «Reversible influence of ultrasound on γ -irradiated Mo/n-Si Schottky barrier structure», Ultrasonics, 2015, vol.56, p. 545-550; <https://doi.org/10.1016/j.ultras.2014.10.008>
 11. Olikh O.Ya. «Non-Monotonic γ -Ray Influence on Mo/n-Si Schottky Barrier Structure Properties», , IEEE Transactions on Nuclear Science, 2013, vol.60, is.1, part 2, p.394-401; <https://doi.org/10.1109/TNS.2012.2234137>
 12. Gorb A.M., Korotchenkov O. A., Olikh O.Ya., Podolian A.O. «Ultrasonically Recovered Performance of γ -Irradiated Metal-Silicon Structures», IEEE Transactions on Nuclear Science, 2010, vol.57, is.3, p.1632-1639; <https://doi.org/10.1109/TNS.2010.2047655>

Виконавці

Професор КОСТИЛЬОВ ВІТАЛІЙ ПЕТРОВИЧ

| | |
|--|-------------------------------|
| Стать чол | Дата народження 07.04.1949 |
| Країна постійного проживання Україна | Громадянство Україна |
| Мобільний телефон +380991835686 | E-mail vkost@isp.kiev.ua |
| Інші контакти (skype, viber, інше) vkostylyov@ukr.net | |

НАУКОВИЙ ПРОФІЛЬ

Науково-дослідний профіль (Orcid, Google Scholar, Scopus authors, інші) мінімум два:

<http://orcid.org/0000-0002-1800-9471>

https://scholar.google.com.ua/citations?hl=uk&user=JgPcmjcAAAAJ&view_op=list_works

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506120765>

| | |
|--------------------------------------|--|
| Науковий стаж, кількість років 45 | Загальна кількість патентів 6 |
| Загальна кількість публікацій 270 | Кількість публікацій у виданнях 1-го — 2-го квартилів 12 |
| Індекс Хірша (SCOPUS) 7 | Кількість монографій 1 |

Гранти, отримані на дослідження, зокрема гранти ДФФД

НТЦУ:

1556 Working Out Of The Technology And The Equipment For The Control Of Environmental Factors Influence On The Population Health, Ecological Safety And Biological Productivity In Ukraine США 2001-2004pp

3746 Hybrid organic-inorganic heterostructures for photovoltaic devices США,ЄС 2006-2008pp

4301 The development of laboratory technology for preparation the flexible solar cells on the CdTe base ЄС 2009-2011pp

U- 031 Development of the solar energy photoconverters based on new structures: "ion-beam modified and diamond-like layers--multicrystalline silicon США, Канада 2000-2002pp

U-056 Development And Investigation Of The Microrelief Photoconverters With InGaAs/GaAs and AlGaAs/GaAs Heteroepitaxial Junctions США 2002-2004pp

Досвід проведення експертизи (рецензування наукових статей, експертиза дослідницьких проектів)

Рецензування наукових статей у IEEE Journal of Photovoltaics (2018), Journal of Applied Physics (2018-2019), Ukrainian Journal of Physics (2010-2020), Semiconductor physics, quantum electronics and optoelectronics (2012-2019), та ін. тематика – фізика напівпровідників,

фотовольтаїка.

Експерт ДНУ „ДІНТІЕ” (2015, 2020), тематика – фізика напівпровідників, фотовольтаїка.

НАУКОВА ДІЯЛЬНІСТЬ

Фізика напівпровідників і діелектриків

Науковий напрям

Природничі, технічні науки і математика

Галузь науки

Фізико-математичні науки

Кількість публікацій за галуззю експертизи або напрямком досліджень

270

Ключові слова

photoconversion, solar energy, recombination processes, generation, silicon, perovskite, tandem solar cells

НАЙВАГОМІШІ ПРАЦІ, ОПУБЛІКОВАНІ ЗА ОСТАННІ 10 РОКІВ (НЕ БІЛЬШЕ 10 ПРАЦЬ).
МОЛОДІ ВЧЕНІ, ЯКІ НЕ МАЮТЬ ПУБЛІКАЦІЙ, НАВОДЯТЬ DOI ОДНІЄЇ СТАТТІ НАУКОВОГО
КЕРІВНИКА ПРОЄКТУ, ДО ЯКОГО ВОНИ ПРИЄДНУЮТЬСЯ В РАМКАХ КОНКУРСУ
"ПІДТРИМКА ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОВІДНИХ ТА МОЛОДИХ УЧЕНИХ" (З ЗАЗНАЧЕННЯМ ЦЬОГО
В ПРИКЛАДНОМУ CV)

10.1109/JPHOTOV.2019.2949418

Sachenko Anatoly, Kostylyov Vitaliy, Sokolovskyi Igor, Evstigneev Mykhaylo

Effect of Temperature on Limit Photoconversion Efficiency in Silicon Solar Cells

IEEE Journal of Photovoltaics, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2019

Efficiency limit, silicon, solar cell (SC), temperature coefficient

10.1134/S1063785018100139

Sachenko A. V., Kostylyov V. P., Bobyl A. V., Vlasyuk V. N., Sokolovskyi I. O., Konoplev G. A., Terukov E. I., Shvarts M. Z., Evstigneev M.

The Effect of Base Thickness on Photoconversion Efficiency in Textured Silicon-Based Solar Cells

Technical Physics Letters, Pleiades Publishing Ltd, 2018

solar cells, silicon, thickness, textured, photoconversion

10.1515/msp-2017-0106

Ašmontas Steponas, Gradauskas Jonas, Sužiedėlis Algirdas, Šilėnas Aldis, Širmulis Edmundas, Švedas Vitas, Vaičiškauskas Viktoras, Vaičiūnas Vytautas, Žalys Ovidijus Ž, Kostylyov Vitaliy

Photovoltage Formation Across Si P-N Junction Exposed to Laser Radiation

Materials Science-Poland, Walter de Gruyter GmbH, 2018

silicon, laser radiation, p-n junction, solar cell, hot carriers

10.1063/1.4953384

Sachenko A. V., Kryuchenko Yu. V., Kostylyov V. P., Bobyl A. V., Terukov E. I., Abolmasov S. N., Abramov A. S., Andronikov D. A., Shvarts M. Z., Sokolovskyi I. O., Evstigneev M.

Temperature dependence of photoconversion efficiency in silicon heterojunction solar cells: Theory vs experiment

Journal of Applied Physics, AIP Publishing, 2016

Temperature coefficients

[10.1016/j.enpol.2014.01.011](#)

Kryuchenko Yu.V., Sachenko A.V., Bobyl A.V., Kostylyov V.P., Sokolovskyi I.O., Terukov E.I., Tokmoldin N., Tokmoldin S. Zh., Smirnov A.V.

Evaluation of the annual electric energy output of an a-Si:H solar cell in various regions of the CIS countries

Energy Policy, Elsevier BV, 2014

a-Si:H solar cell, Annual time-dependent solar power output, Geographic latitude

[10.1109/GPECOM.2019.8778607](#)

Frolova Tetyana I., Churyumov Gennadiy I., Vlasyuk Viktor M., Kostylyov Vitaliy P.

Combined Solar Simulator for Testing Photovoltaic Devices

2019 1st Global Power, Energy and Communication Conference (GPECOM), IEEE, 2019

solar simulator, photovoltaic (PV) cells, microwave excitation, sulfur lamp, halogen lamp

[10.1016/j.sse.2015.05.042](#)

Sachenko A.V., Shkrebtii A.I., Korkishko R.M., Kostylyov V.P., Kulish M.R., Sokolovskyi I.O.

Efficiency analysis of betavoltaic elements

Solid-State Electronics, Elsevier BV, 2015

Betavoltaics, Beta source, Collection efficiency, Open-circuit voltage

[10.1016/j.jlumin.2016.11.028](#)

Sachenko A.V., Kostylyov V.P., Vlasiuk V.M., Sokolovskyi I.O., Evstigneev M.

Influence of excitonic effects on luminescence quantum yield in silicon

Journal of Luminescence, Elsevier BV, 2016

Silicon, Excitons, Luminescence, Quantum yield, Recombination

[10.1134/S1063785017020109](#)

Sachenko A. V., Kostylyov V. P., Sokolovskyi I. O., Bobyl' A. V., Verbitskii V. N., Terukov E. I., Shvarts M. Z.

Specific features of current flow in α -Si : H/Si heterojunction solar cells

Technical Physics Letters, Pleiades Publishing Ltd, 2017

Heterojunction Solar Cells

[10.1134/S1063782616020226](#)

Sachenko A. V., Kryuchenko Yu. V., Kostylyov V. P., Sokolovskyi I. O., Abramov A. S., Bobyl A. V., Panaiotti I. E., Terukov E. I.

Method for optimizing the parameters of heterojunction photovoltaic cells based on crystalline silicon

Semiconductors, Pleiades Publishing Ltd, 2016

Curve Number, Auger Recombination, Base Thickness, Recombination Loss, Photoelectric Conversion Efficiency

НАЙВАГОМІШІ МОНОГРАФІЇ АБО ПАТЕНТИ, ОТРИМАНІ ЗА ОСТАННІ 10 РОКІВ (НЕ БІЛЬШЕ 10 ПАТЕНТІВ)

ISBN 978-966-7830-IS-0, 2010: Сучасні технології виробництва кремнію та кремнієвих фотоелектричних перетворювачів сонячної енергії

Silicon, Solar cell

ОСВІТА

Київський політехнічний інститут

Країна

Україна

Місто

Київ

Факультет

радіоелектроніки

Спеціальність

діелектрики і напівпровідники

Номер диплома

Ч №588377

Дата видачі диплома

01.03.1972

МІСЦЕ РОБОТИ ТА ПОСАДА

Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є.Лашкарьова

Посада

завідувач лабораторії

Період роботи

12.05.2016 - Досі працюю

Підпорядкованість

Національна академія наук України

ЄДРПОУ

05416952

Країна

Україна

Місто

Київ

Адреса установи

проспект Науки 41, Київ, Україна, 03680

Робочий телефон

+380991835686

НАУКОВИЙ СТУПІНЬ

Доктор

Номер диплому
ДД №008044

Дата видачі диплома
10.02.2010

АКАДЕМІЧНЕ АБО ВЧЕНЕ ЗВАННЯ

- Професор

Curriculum Vitae

NAME

Kostyliov, Vitaliy Petrovych

DATE OF BIRTH

Apr. 7, 1949

CITIZENSHIP

Ukrainian

E-MAIL

vkost@isp.kiev.ua

PHONE NUMBER

+38 (099) 183-56-86



| INSTITUTION AND LOCATION | DEGREE (if applicable) | MM/YY | FIELD OF STUDY |
|---|-------------------------------|---------|---|
| Kyiv Polytechnic Institute | M.S. with honors | 03/1972 | Dielectrics and Semiconductors |
| V.E. Lashkaryov Institute of Semiconductor Physics, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv | Candidate of Sciences (Ph.D.) | 02/1989 | Physics of Semiconductors and Dielectrics |
| V.E. Lashkaryov Institute of Semiconductor Physics, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv | Assoc. Professor | 10/1998 | Physics of Semiconductors and Dielectrics |
| V.E. Lashkaryov Institute of Semiconductor Physics, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv | Doctor of Sciences | 11/2009 | Physics of devices, elements and systems |
| V.E. Lashkaryov Institute of Semiconductor Physics, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv | Professor | 09/2019 | Applied Physics and nanomaterials |

Research areas

Semiconductor physics

Photovoltaics

Metrological aspects of electrical and photoelectric measurements of parameters of photoelectric converters.

Positions and Employment

1974-1981 Senior Engineer, Department of Surface Physics and Microelectronics, V.E. Lashkaryov Institute of Semiconductor Physics, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

1981-1982 Junior researcher, Department of Surface Physics and Microelectronics, V.E. Lashkaryov Institute of Semiconductor Physics, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

1982-1986 Head of scientific group, Department of Surface Physics and Microelectronics, V.E. Lashkaryov Institute of Semiconductor Physics, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

1986-1990 Researcher, Department of Surface Physics and Microelectronics, V.E. Lashkaryov Institute of Semiconductor Physics, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

1990-2009 Senior Researcher, Department Physical and technical fundamental of semiconductor photovoltaics, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

2009-2016 Head of the Department, Physical and technical fundamental of semiconductor photovoltaics Department, V.E. Lashkaryov Institute of Semiconductor Physics, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

2016 - present time Head of the Laboratory, Physical and technical fundamental of semiconductor photovoltaics Laboratory, V.E. Lashkaryov Institute of Semiconductor Physics, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

Teaching activities

Professor of Taras Shevchenko National University of Kyiv in 2012-2015:

- special course "Elements of Nanoelectronic Technologies";
- special course "Physical Foundations of Solar Energy".

Professor of National Aviation University in 2014-2015:

Special course "Physical Foundations of Solar Energy".

Management of masters and postgraduate students

Master's Degree Management - 2.

Management of graduate students - 4.

Participation in international scientific projects - 5

Awards

2012- State Prize of Ukraine in Science and Technology "Key technologies for the production of silicon solar cells and energy systems based on them"

Publications: more than 270 papers and reports in international and local journals and conferences.

Selected publications most relevant to the current application

1. A. Sachenko, V. Kostylyov, I. Sokolovskyi, M. Evstigneev Effect of Temperature on Limit Photoconversion Efficiency in Silicon Solar Cells // IEEE Journal of Photovoltaics, 2020, Volume 10, Issue 1, pp. 63 - 69
2. A.V. Sachenko, V.P. Kostylyov, A.V. Bobyl, V.N. Vlasyuk, I.O. Sokolovskyi, G.A. Konoplev, E.I. Terukov, M.Z. Shvarts, M. Evstigneev. The effect of Base Thickness on Photoconversion Efficiency in Textured Silicon-Based Solar Cells // Technical Physics Letters, 2018, Vol. 44, No 10, pp. 873 – 876
3. A. Sachenko, V. Kostylyov, V. Vlasiuk, I. Sokolovskyi, M. Evstigneev. Influence of excitonic effects on luminescence quantum yield in silicon // Journal of Luminescence, Vol. 183, 2017, P. 299-302. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jlumin.2016.11.028>
4. A. V. Sachenko, Yu. V. Kryuchenko, V. P. Kostylyov et al. Temperature dependence of photoconversion efficiency in silicon heterojunction solar cells: Theory vs experiment // Journal of Applied Physics.- 2016.- Volume 119, Issue 22.-P. 225702.
5. Kostylyov V.P. Photovoltaics today // Semiconductor physics, quantum electronics and optoelectronics. -2018.- 21 №4.- P. 434
6. Sachenko, A.V., Kostylyov, V.P., Vlasiuk, V.M., Korkishko, R.M., et al. (2016). Features in the formation of a recombination current in the space charge region of silicon solar cells. Ukr. J. Phys., 61(10), 917-922.
7. A.V. Sachenko, V.P. Kostylyov, V.M. Vlasyuk, et al. Peculiarities of Photoconversion Efficiency Modeling in Perovskite Solar Cells // Technical Physics Letters. – 2017. – Volume 43. – Issue 7. – pp. 633-635
8. A. V. Sachenko Yu. V. Kryuchenko V. P. Kostylyov et al The temperature dependence of the characteristics of crystalline-silicon-based heterojunction solar cells // Technical Physics Letters. - 2016, Volume 42. - Issue 3. - pp. 313-316.
9. A. V. Sachenko, Yu. V. Kryuchenko, V. P. Kostylyov et al. Method for optimizing the parameters of heterojunction photovoltaic cells based on crystalline silicon // Semiconductors.- 2016.- Volume 50. - Issue 2.- pp. 257-260
10. A.V. Sachenko, A.I. Shkrebtii, R.M. Korkishko, V.P. Kostylyov, M.R. Kulish, I.O. Sokolovskyi Efficiency analysis of betavoltaic elements // Solid State Electron.- 2015. - V.111. - pp. 147-152

Curriculum Vitae

ПІП

Костильов, Віталій Петрович

ДАТА НАРОДЖЕННЯ

7 квітня, 1949

ГРОМАДЯНСТВО

України

E-MAIL

vkost@isp.kiev.ua

НОМЕН ТЕЛЕФОНУ

+38 (099) 183-56-86



| НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД | СТУПІНЬ | ММ/РР | СПЕЦІАЛЬНІСТЬ |
|--|----------------------------------|---------|---|
| Київський політехнічний інститут, Київ | Спеціаліст Диплом з відзнакою | 03/1972 | Діелектрики і напівпровідники |
| Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України, Київ | к. ф.-м. н. | 02/1989 | Фізика напівпровідників та діелектриків |
| Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України, Київ | Старший науковий співробітник | 10/1998 | Фізика напівпровідників та діелектриків |
| Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України, Київ | д. ф.-м. н. | 11/2009 | Фізика приладів, елементів і систем |
| Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України, Київ | Професор | 09/2019 | Прикладна фізика і наноматеріали |

Область досліджень

Фізика напівпровідників

Фотовольтаїка

Метрологія електричних і фотоелектричних вимірювань параметрів фотоперетворювачів.

Посади

1974-1981 Старший інженер відділу фізики поверхні і мікроелектроніки Інституту фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України, Київ.

1981-1982 - молодший науковий співробітник відділу фізики поверхні і мікроелектроніки Інституту фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України, Київ.

1982-1986 - керівник науково-дослідної групи відділу фізики поверхні і мікроелектроніки Інституту фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України, Київ.

1986-1990 - науковий співробітник відділу фізики поверхні і мікроелектроніки Інституту фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України, Київ.

1990-2009 - старший науковий співробітник відділу Фізико-технічних основ напівпровідникової фотоенергетики Інституту фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України, Київ.

2009-2016 - завідувач відділу Фізико-технічних основ напівпровідникової фотоенергетики Інституту фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України, Київ.

З 2016 – теперішній час - завідувач лабораторії Фізико-технічних основ напівпровідникової фотоенергетики Інституту фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України, Київ.

Викладацька діяльність

Київський національний університет імені Тараса Шевченка у 2012-2015:

- спецкурс "Елементи наноелектронних технологій";
- спецкурс "Фізичні основи сонячної енергетики".

Національний авіаційний університет у 2014-2015:

- спецкурс "Фізичні основи сонячної енергетики"

Керування магістрами і аспірантами

Керування магістрами - 1.

Керування аспірантами - 4.

Участь у міжнародних проектах - 5

Нагороди

2012 – Державна премія України в галузі науки і техніки “Ключові технології виробництва кремнієвих сонячних елементів та енергетичних систем на їх основі”

Публікації: більше 270 статей і доповідей у міжнародних і українських журналах і на конференціях.

Вибрані публікації, що найбільш відповідають поточному запиту:

1. A. Sachenko, V. Kostylyov, I. Sokolovskyi, M. Evstigneev Effect of Temperature on Limit Photoconversion Efficiency in Silicon Solar Cells // IEEE Journal of Photovoltaics, 2020, Volume 10, Issue 1, pp. 63 - 69
2. A.V. Sachenko, V.P. Kostylyov, A.V. Bobyl, V.N. Vlasyuk, I.O. Sokolovskyi, G.A. Konoplev, E.I. Terukov, M.Z. Shvarts, M. Evstigneev. The effect of Base Thickness on Photoconversion Efficiency in Textured Silicon-Based Solar Cells // Technical Physics Letters, 2018, Vol. 44, No 10, pp. 873 – 876
3. A. Sachenko, V. Kostylyov, V. Vlasiuk, I. Sokolovskyi, M. Evstigneev. Influence of excitonic effects on luminescence quantum yield in silicon // Journal of Luminescence, Vol. 183, 2017, P. 299-302. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jlumin.2016.11.028>
4. A. V. Sachenko, Yu. V. Kryuchenko, V. P. Kostylyov et al. Temperature dependence of photoconversion efficiency in silicon heterojunction solar cells: Theory vs experiment // Journal of Applied Physics.- 2016.- Volume 119, Issue 22.-P. 225702.
5. Steponas Ašmontas, Jonas Gradauskas, Algirdas Sužiedėlis ... and Vitaliy Kostylyov. Photovoltage formation across Si p-n junction exposed to laser radiation // Materials Science 2018 36(2), pp. 337-340
6. Sachenko, A.V., Kostylyov, V.P., Vlasyuk, V.M., Korkishko, R.M., et al. (2019). Key parameters of commercial silicon solar cells with rear metallization. Semiconductor physics, quantum electronics and optoelectronics, 22 (3), 277-284.
7. Sachenko, A.V., Kostylyov, V.P., Vlasiuk, V.M., Korkishko, R.M., et al. (2017). Influence of non-radiative exciton recombination in silicon on photoconversion efficiency. 2. Short Shockley-Read-Hall lifetimes. Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronic, 20(1), 34-40.
8. Sachenko, A.V., Kostylyov, V.P., Vlasiuk, V.M., Sokolovskyi, I.O., et al. (2017). The influence of the exciton non-radiative recombination in silicon on the photoconversion efficiency. 1. Long Shockley-Read-Hall lifetimes. Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics, 19(4), 334-342.
9. Sachenko, A.V., Kostylyov, V.P., Vlasiuk, V.M., Korkishko, R.M., et al. (2016). Features in the formation of a recombination current in the space charge region of silicon solar cells. Ukr. J. Phys., 61(10), 917-922.

Доктор Власюк Віктор Миколайович

Стать
чол

Дата народження
25.07.1991

Країна постійного проживання
Україна

Громадянство
України

Мобільний телефон
+380(68)738-25-39

E-mail
viktorvlasiuk@gmail.com

Інші контакти (skype, viber, інше)
viber: +380(68)738-25-39

НАУКОВИЙ ПРОФІЛЬ

Науково-дослідний профіль (Orcid, Google Scholar, Scopus authors, інші) мінімум два:

Google Scholar: <https://scholar.google.com/citations?hl=uk&user=XInxz7AAAAAJ>

Scopus authors: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57191850362>

Orcid: <http://orcid.org/0000-0001-6352-0423>

Науковий стаж, кількість років
6

Загальна кількість патентів
1

Загальна кількість публікацій
44

Кількість публікацій у виданнях 1-го — 2-го
квартилів
3

Індекс Хірша (SCOPUS)
1

Кількість монографій
0

Гранти, отримані на дослідження, зокрема гранти ДФФД
немає

Досвід проведення експертизи (рецензування наукових статей, експертиза дослідницьких проектів)
немає

НАУКОВА ДІЯЛЬНІСТЬ

Фізика твердого тіла

Науковий напрям
Природничі, технічні науки і математика

Галузь науки
Фізико-математичні науки

Кількість публікацій за галуззю експертизи або
напрямком досліджень
44

Ключові слова
semiconductors, photoconversion, solar cells,
recombination, lifetimes, photoconversion
efficiency, diffusion length

НАЙВАГОМІШІ ПРАЦІ, ОПУБЛІКОВАНІ ЗА ОСТАННІ 10 РОКІВ (НЕ БІЛЬШЕ 10 ПРАЦЬ).
МОЛОДІ ВЧЕНІ, ЯКІ НЕ МАЮТЬ ПУБЛІКАЦІЙ, НАВОДЯТЬ DOI ОДНІЄЇ СТАТТІ НАУКОВОГО
КЕРІВНИКА ПРОЄКТУ, ДО ЯКОГО ВОНИ ПРИЄДНУЮТЬСЯ В РАМКАХ КОНКУРСУ
"ПІДТРИМКА ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОВІДНИХ ТА МОЛОДИХ УЧЕНИХ" (З ЗАЗНАЧЕННЯМ ЦЬОГО
В ПРИКЛАДНОМУ CV)

[10.15407/spqeo22.03.277](#)

Sachenko A. V.

Key parameters of commercial silicon solar cells with rear metallization

Semiconductor physics, quantum electronics and optoelectronics, National Academy of Sciences of Ukraine (Co. LTD Ukrinformnauka), 2019

solar cells, photoconversion efficiency, silicon, optimal thickness, surface recombination

[10.1134/S1063785018100139](#)

Sachenko A. V., Kostylyov V. P., Bobyl A. V., Vlasyuk V. N., Sokolovskyi I. O., Konoplev G. A., Terukov E. I., Shvarts M. Z., Evstigneev M.

The Effect of Base Thickness on Photoconversion Efficiency in Textured Silicon-Based Solar Cells

Technical Physics Letters, Pleiades Publishing Ltd, 2018

solar cells, silicon, thickness, textured, photoconversion

[10.15407/spqeo20.01.034](#)

Sachenko A. V.

Influence of non-radiative exciton recombination in silicon on photoconversion efficiency. 2. Short Shockley–Read–Hall lifetimes

Semiconductor Physics Quantum Electronics and Optoelectronics, National Academy of Sciences of Ukraine (Co. LTD Ukrinformnauka), 2017

solar cells, photoconversion, non-radiative exciton recombination, Shockley–Read–Hall lifetime

[10.15407/spqeo19.04.334](#)

Sachenko A. V.

The influence of the exciton non-radiative recombination in silicon on the photoconversion efficiency. 1. The case of a long Shockley–Read–Hall lifetime

Semiconductor Physics Quantum Electronics and Optoelectronics, National Academy of Sciences of Ukraine (Co. LTD Ukrinformnauka), 2016

solar cells, photoconversion, non-radiative exciton recombination, Shockley–Read–Hall lifetime

[10.15407/ujpe61.10.0917](#)

Sachenko A. V., Kostylyov V. P., Vlasiuk V. M., Korkishko R. M., Sokolovs'kyi I. O., Chernenko V. V.

Features in the Formation of a Recombination Current in the Space Charge Region of Silicon Solar Cells

Ukrainian Journal of Physics, Co. Ltd. Ukrinformnauka, 2016

recombination current, space charge region, silicon solar cells, deep recombination level

[10.15407/spqeo18.04.464](#)

Kostylyov V.P.

Influence of nanostructured ITO films on surface recombination processes in silicon solar cells

Semiconductor Physics Quantum Electronics and Optoelectronics, National Academy of Sciences of Ukraine (Co. LTD Ukrinformnauka), 2015

solar cell, internal quantum efficiency, external quantum efficiency, velocity of surface recombination, spectral dependence, isotype heterojunction

[10.15407/spqeo18.03.259](#)

Sachenko A.V.

Peculiarities of the temperature dependences of silicon solar cells illuminated with light simulator

Semiconductor Physics Quantum Electronics and Optoelectronics, National Academy of Sciences of Ukraine (Co. LTD Ukrinformnauka), 2015

silicon solar cell, photoconversion efficiency, sunlight simulator

[10.1016/j.jlumin.2016.11.028](#)

Sachenko A.V., Kostylyov V.P., Vlasiuk V.M., Sokolovskyi I.O., Evstigneev M.

Influence of excitonic effects on luminescence quantum yield in silicon

Journal of Luminescence, Elsevier BV, 2016

silicon, excitons, luminescence, quantum yield, recombination

[10.1134/S1063785017070240](#)

Sachenko A. V., Kostylyov V. P., Bobyl A. V., Vlasyuk V. M., Sokolovskyi I. O., Terukov E. I., Evstigneev M. A.

Peculiarities of photoconversion efficiency modeling in perovskite solar cells

Technical Physics Letters, Pleiades Publishing Ltd, 2017

photoconversion, efficiency, perovskite, modeling

НАЙВАГОМІШІ МОНОГРАФІЇ АБО ПАТЕНТИ, ОТРИМАНІ ЗА ОСТАННІ 10 РОКІВ (НЕ БІЛЬШЕ 10 ПАТЕНТІВ)

138587, 2019: Мобільна комбінована вітросонячна електростанція для живлення і зарядки апаратури в польових умовах

мобільна, вітросонячна, електростанція

Ніжинський державний університет ім. М. Гоголя

Країна
Україна

Місто
Ніжин

Факультет
фізико-математичний

Спеціальність
прикладна фізика

Номер диплома
ЕН №47459650

Дата видачі диплома
01.07.2014

МІСЦЕ РОБОТИ ТА ПОСАДА

Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України

Посада
науковий співробітник

Період роботи
01.11.2017 - Досі працюю

Підпорядкованість
НАН України

ЄДРПОУ
05416952

Країна
Україна

Місто
Київ

Адреса установи
пр. Науки, 41, Київ, Україна, 03680

Робочий телефон
+38(044)525-57-88

НАУКОВИЙ СТУПІНЬ

Кандидат

Номер диплому
ДК №051321

Дата видачі диплома
05.03.2019

АКАДЕМІЧНЕ АБО ВЧЕНЕ ЗВАННЯ

- Немає вченого звання

Curriculum vitae

ПЕРСОНАЛЬНІ ДАНІ

Прізвище, ім'я, по батькові Власюк Віктор Миколайович
Дата народження 25.07.1991
Громадянство Україна
E-mail viktorvlasiuk@gmail.com
Мобільний телефон +380687382539

ОСВІТА

2014-2017 аспірантура в Інституті фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України
2009-2014 Фізико-математичний факультет Ніжинського державного університету ім. М. Гоголя, присвоєно кваліфікацію магістра прикладної фізики «Фізика-експерта» за спеціальністю «Прикладна фізика» (диплом ЕН №47459650, 01.07.2014)

НАУКОВІ СТУПЕНІ, ВЧЕНІ ЗВАННЯ

2019 захист дисертації «Фотоелектричні процеси в фоточутливих кремнієвих структурах з пасивованою поверхнею» на здобуття наукового ступеню кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю «Фізика твердого тіла» (диплом ДК №051321, 05.03.2019)

ДОСВІД РОБОТИ

2017 - по сьогодні науковий співробітник у лабораторії Фізико-технічних основ напівпровідникової фотоенергетики Інституту фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України.

ЗНАННЯ МОВ

українська - С2
російська – С2
англійська – В1.

НАУКОВА ДІЯЛЬНІСТЬ

Кількість наукових публікацій 44 статей і доповідей у міжнародних і українських журналах і на конференціях
Основні напрямки наукової діяльності Галузь знань «Природничі науки»
-фізика напівпровідників;
-фотовольтаїка;
-метрологічні аспекти електричних і фотоелектричних вимірювань параметрів фотоелектричних перетворювачів.

Публікації за період 2010–
2020 рр. у періодичних
виданнях, віднесених до
першого та другого
квартилів

1. Sachenko A.V., Kostylyov V.P., Vlasiuk V.M., Sokolovskyi I.O., Evstigneev M.A. “ Influence of excitonic effects on luminescence quantum yield in silicon”, Journal of Luminescence, 2017, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jlumin.2016.11.028>.
2. Sachenko A.V., Kostylyov V.P., Vlasyuk V.M., et al. “Peculiarities of Photoconversion Efficiency Modeling in Perovskite Solar Cells”, Technical Physics Letters, 2017, <http://dx.doi.org/10.1134/S1063785017020109>.
3. Sachenko A.V., Kostylyov V.P., Bobyl A.V., Vlasyuk V.N., et. al. “The effect of Base Thickness on Photoconversion Efficiency in Textured Silicon-Based Solar Cells”, Technical Physics Letters, 2018, <http://dx.doi.org/10.1134/S1063785018100139>.

Curriculum vitae

PERSONAL INFORMATION

| | |
|---------------------|-------------------------|
| First Name, Surname | Viktor Vlasiuk |
| Date of Birth | 25.07.1991 |
| Citizenship | Ukraine |
| E-mail | viktorvlasiuk@gmail.com |
| Mobile Telephone | +380687382539 |

EDUCATION

| | |
|-----------|---|
| 2014-2017 | Post-graduate course at the V.E. Lashkaryov Institute of Semiconductor Physics, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv |
| 2009-2014 | Physics and Mathematics faculty of Nizhyn Mykola Gogol State University, master in applied physics (diploma EH №47459650, 01.07.2014) |

ACADEMIC DEGREE, ACADEMIC RANK

| | |
|------|---|
| 2019 | PhD Degree (Physics and Mathematics), solid state physics specialty, thesis «Photoelectric processes in photosensitive silicon structures with surface passivated» (diploma DK №051321, 05.03.2019) |
|------|---|

WORK EXPERIENCE

| | |
|----------------|--|
| 2017 - Present | Researcher, Laboratory Physical and technical fundamental of semiconductor photovoltaics of V.E. Lashkaryov Institute of Semiconductor Physics, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv (Ukraine). |
|----------------|--|

LANGUAGES

Ukrainian - C2
Russian – C2
English – B1.

SCIENTIFIC ACTIVITY

Number of Scientific Papers 44

Main Line of Investigation Field of knowledge "Nature Sciences"
- Semiconductor physics
-Photovoltaics
-Metrological aspects of electrical and photoelectric measurements of parameters of photoelectric converters.

Papers in Q1 and Q2 Journals (2010–2020)

1. Sachenko A.V., Kostylyov V.P., Vlasiuk V.M., Sokolovskyi I.O., Evstigneev M.A. “ Influence of excitonic effects on luminescence quantum yield in silicon”, Journal of Luminescence, 2017, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jlumin.2016.11.028>.
2. Sachenko A.V., Kostylyov V.P., Vlasyuk V.M., et al. “Peculiarities of Photoconversion Efficiency Modeling in Perovskite Solar Cells”, Technical Physics Letters, 2017, <http://dx.doi.org/10.1134/S1063785017020109>.
3. Sachenko A.V., Kostylyov V.P., Bobyl A.V., Vlasyuk V.N., et. al. “The effect of Base Thickness on Photoconversion Efficiency in Textured Silicon-Based Solar Cells”, Technical Physics Letters, 2018, <http://dx.doi.org/10.1134/S1063785018100139>.

Пан Лозицький Олег Всеволодович

Стать
чол

Дата народження
02.12.1993

Країна постійного проживання
Україна

Громадянство
Україна

Мобільний телефон
+380958997951

E-mail
olozitsky@gmail.com

Інші контакти (skype, viber, інше)
skype: redem-

НАУКОВИЙ ПРОФІЛЬ

Науково-дослідний профіль (Orcid, Google Scholar, Scopus authors, інші) мінімум два:

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6872-6655>

ResearcherID: W-1267-2017

Scopus Author ID: 57140798400

Google Scholar: https://scholar.google.com/citations?view_op=list_works&hl=ru&user=jlsGvIQAAAAJ

Науковий стаж, кількість років
4

Загальна кількість патентів
0

Загальна кількість публікацій
13

Кількість публікацій у виданнях 1-го – 2-го
квартилів
6

Індекс Хірша (SCOPUS)
3

Кількість монографій
0

Гранти, отримані на дослідження, зокрема гранти ДФФД
-

Досвід проведення експертизи (рецензування наукових статей, експертиза дослідницьких проектів)
-

НАУКОВА ДІЯЛЬНІСТЬ

Фізика напівпровідників і діелектриків

Науковий напрям
Природничі, технічні науки і математика

Галузь науки
Фізико-математичні науки

Кількість публікацій за галуззю експертизи або напрямком досліджень

11

Ключові слова

Computational physics, mathematical optimization, polymer composites, microwave shielding, permittivity

НАЙВАГОМІШІ ПРАЦІ, ОПУБЛІКОВАНІ ЗА ОСТАННІ 10 РОКІВ (НЕ БІЛЬШЕ 10 ПРАЦЬ).
МОЛОДІ ВЧЕНІ, ЯКІ НЕ МАЮТЬ ПУБЛІКАЦІЙ, НАВОДЯТЬ DOI ОДНІЄЇ СТАТТІ НАУКОВОГО
КЕРІВНИКА ПРОЄКТУ, ДО ЯКОГО ВОНИ ПРИЄДНУЮТЬСЯ В РАМКАХ КОНКУРСУ
"ПІДТРИМКА ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОВІДНИХ ТА МОЛОДИХ УЧЕНИХ" (З ЗАЗНАЧЕННЯМ ЦЬОГО
В ПРИКЛАДНОМУ CV)

[10.1007/s10853-020-04661-z](#)

Yakovenko Olena, Lazarenko Oleksandra, Matzui Ludmila, Vovchenko Ludmila, Borovoy Mykola, Tesel'ko Petro, Lozitsky Oleg, Astapovich Ksenia, Trukhanov Alexey, Trukhanov Sergey

Effect of Ga content on magnetic properties of BaFe_{12-x}Ga_xO₁₉/epoxy composites
Journal of Materials Science, Springer Science and Business Media LLC, 2020
Polymer composites, BaFe₁₂, Ga, Magnetization

[10.1007/s13204-020-01402-1](#)

Lozitsky O. V., Vovchenko L. L., Matzui L. Y., Oliynyk V. V., Zagorodnii V. V.

Microwave properties of epoxy composites with mixed filler carbon nanotubes/BaTiO₃
Applied Nanoscience, Springer Science and Business Media LLC, 2020
Polymer composites, Barium titanate, Carbon nanotubes, Shielding, Permittivity

[10.1007/s13204-020-01326-w](#)

Vovchenko L. L., Lozitsky O. V., Oliynyk V. V., Zagorodnii V. V., Len T. A., Matzui L. Y., Milovanov Yu. S.

Dielectric and microwave shielding properties of three-phase composites graphite nanoplatelets/carbonyl iron/epoxy resin
Applied Nanoscience, Springer Science and Business Media LLC, 2020
Graphite nanoplatelets, Carbonyl iron, Nanocomposites, Permittivity, Microwave shielding

[10.1016/j.matchemphys.2019.122234](#)

Vovchenko Ludmila, Lozitsky Oleg, Matzui Ludmila, Oliynyk Viktor, Zagorodnii Volodymyr, Skoryk Mykola

Electromagnetic shielding properties of epoxy composites with hybrid filler nanocarbon /BaTiO₃
Materials Chemistry and Physics, Elsevier BV, 2019

graphite nanoplatelets, nanocomposite, electrical conductivity, Permittivity, electromagnetic shielding

10.1007/s13204-019-01083-5

Yakovenko O. S., Matzui L. Yu, Vovchenko L. L., Lazarenko O. A., Perets Yu S., Lozitsky O. V.

Complex permittivity of polymer-based composites with carbon nanotubes in microwave band

Applied Nanoscience, Springer Science and Business Media LLC, 2019

Carbon nanotubes, Composite, Complex permittivity, Microwave, Maxwell-Garnett approximation, Interface power law

10.1186/s11671-017-2034-8

Vovchenko Ludmila, Lozitsky Oleg, Sagalianov Igor, Matzui Ludmila, Launets Vilen

Microwave Properties of One-dimensional Photonic Structures Based on Composite Layers Filled with Nanocarbon

Nanoscale Research Letters, Springer Science and Business Media LLC, 2017

Photonic crystal, Composite layer, Graphite nanoplatelets, Carbon nanotubes, Dielectric permittivity, Electromagnetic radiation, Transmission index

ОСВІТА

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Країна

Україна

Місто

Київ

Факультет

фізичний

Спеціальність

фізика наносистем

Номер диплома

061428

Дата видачі диплома

30.06.2017

МІСЦЕ РОБОТИ ТА ПОСАДА

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Посада

аспірант

Період роботи

01.10.2017 - Досі працюю

Підпорядкованість

МОН України

ЄДРПОУ

02070944

Країна

Україна

Місто

Київ

Адреса установи

Володимирська, 60, Київ, Україна, 01033

Робочий телефон
+38 (044) 239 33 33

НАУКОВИЙ СТУПІНЬ

Немає наукового ступеню

Номер диплому

-

Дата видачі диплома

30.06.2017

АКАДЕМІЧНЕ АБО ВЧЕНЕ ЗВАННЯ

- Немає вченого звання

Curriculum vitae

ПЕРСОНАЛЬНІ ДАНІ

Прізвище, ім'я, по батькові Лозицький Олег Всеволодович
Дата народження 16.02.1993
Громадянство Україна
E-mail olozitsky@gmail.com
Мобільний телефон +380958997951

ОСВІТА

2017 – по сьогодні аспірантура при кафедрі загальної фізики Київського національного університету імені Тараса Шевченка

ДОСВІД РОБОТИ

2017 - по сьогодні аспірант кафедри загальної фізики Київського національного університету імені Тараса Шевченка

2018 - по сьогодні 1 проект в Upwork, некомерційна програмна розробка

ЗНАННЯ МОВ

українська - C2
російська – C2
англійська – C1
Іспанська – A1

НАУКОВА ДІЯЛЬНІСТЬ

Кількість наукових публікацій 13

Основні напрямки наукової діяльності Дослідження електричних властивостей полімерних композитів з електропровідними і діелектричними наповнювачами.
Моделювання властивостей композитів з використанням машинного навчання (reinforcement learning)

Публікації за період 2010–2020 рр. у періодичних виданнях, віднесених до першого та другого квартилів

1. Yakovenko, Olena & Lazarenko, Oleksandra & Matzui, Ludmila & Vovchenko, Ludmila & Borovoy, Mykola & Tesel'ko, Petro & Lozitsky, Oleg & Astapovich, Ksenia & Trukhanov, A. & Trukhanov, Sergei. (2020). Effect of Ga content on magnetic properties of BaFe₁₂–xGa_xO₁₉/epoxy composites. *Journal of Materials Science*. 55. 10.1007/s10853-020-04661-z.
2. Lozitsky, Oleg & Vovchenko, Ludmila & Matzui, L. & Viktor, Oliynyk & Zagorodnii, Volodymyr. (2020). Microwave properties of epoxy composites with mixed filler carbon nanotubes/BaTiO₃. *Applied Nanoscience*. 10.1007/s13204-020-01402-1.
3. Vovchenko, Ludmila & Lozitsky, Oleg & Viktor, Oliynyk & Zagorodnii, Volodymyr & Len, T. & Matzui, L. & Milovanov, Yu. (2020). Dielectric and microwave shielding properties of three-phase composites graphite nanoplatelets/carbonyl iron/epoxy resin. *Applied Nanoscience*. 10.1007/s13204-020-01326-w.
4. Vovchenko, Ludmila & Lozitsky, Oleg & Matzui, Ludmila & Viktor, Oliynyk & Zagorodnii, Volodymyr & Skoryk, Mykola. (2019). Electromagnetic shielding properties of epoxy composites with hybrid filler nanocarbon/BaTiO₃. *Materials Chemistry and Physics*. 240. 122234. 10.1016/j.matchemphys.2019.122234.
5. Yakovenko, Olena & Matzui, Ludmila & Vovchenko, Ludmila & Lazarenko, Oleksandra & Perets, Yu & Lozitsky, Oleg. (2019). Complex permittivity of polymer-based composites with carbon nanotubes in microwave band. *Applied Nanoscience*. 10.1007/s13204-019-01083-5.
6. Vovchenko, Ludmila & Lozitsky, Oleg & Sagalianov, Igor & Matzui, Ludmila & Launets, Vilen. (2017). Microwave Properties of One-dimensional Photonic Structures Based on Composite Layers Filled with Nanocarbon. *Nanoscale Research Letters*. 12. 10.1186/s11671-017-2034-8.

Curriculum vitae

PERSONAL INFORMATION

| | |
|---------------------|---------------------|
| First Name, Surname | Oleg Lozitsky |
| Date of Birth | 16.02.1993 |
| Citizenship | Ukraine |
| E-mail | olozitsky@gmail.com |
| Mobile Telephone | +380958997951 |

EDUCATION

| | |
|----------------|---|
| 2017 – present | PhD student at the general physics department |
|----------------|---|

WORK EXPERIENCE

| | |
|----------------|---|
| 2017 – Present | PhD student |
| 2018 – present | An upwork project, non-commercial programming |

LANGUAGES

Ukrainian - C2
Russian – C2
English – B2.
Spanish – A1

SCIENTIFIC ACTIVITY

| | |
|-----------------------------|----|
| Number of Scientific Papers | 13 |
|-----------------------------|----|

| | |
|----------------------------|---|
| Main Line of Investigation | Investigation of electrical properties of polymer composites with conductive and dielectric fillers. Modeling of properties of the composites using reinforcement learning |
|----------------------------|---|

1. Yakovenko, Olena & Lazarenko, Oleksandra & Matzui, Ludmila & Vovchenko, Ludmila & Borovoy, Mykola & Tesel'ko, Petro & Lozitsky, Oleg & Astapovich, Ksenia & Trukhanov, A. & Trukhanov, Sergei. (2020). Effect of Ga content on magnetic properties of BaFe_{12-x}Ga_xO₁₉/epoxy composites. *Journal of Materials Science*. 55. 10.1007/s10853-020-04661-z.
2. Lozitsky, Oleg & Vovchenko, Ludmila & Matzui, L. & Viktor, Oliynyk & Zagorodnii, Volodymyr. (2020). Microwave properties of epoxy composites with mixed filler carbon nanotubes/BaTiO₃. *Applied Nanoscience*. 10.1007/s13204-020-01402-1.
3. Vovchenko, Ludmila & Lozitsky, Oleg & Viktor, Oliynyk & Zagorodnii, Volodymyr & Len, T. & Matzui, L. & Milovanov, Yu. (2020). Dielectric and microwave shielding properties of three-phase composites graphite nanoplatelets/carbonyl iron/epoxy resin. *Applied Nanoscience*. 10.1007/s13204-020-01326-w.
4. Vovchenko, Ludmila & Lozitsky, Oleg & Matzui, Ludmila & Viktor, Oliynyk & Zagorodnii, Volodymyr & Skoryk, Mykola. (2019). Electromagnetic shielding properties of epoxy composites with hybrid filler nanocarbon/BaTiO₃. *Materials Chemistry and Physics*. 240. 122234. 10.1016/j.matchemphys.2019.122234.
5. Yakovenko, Olena & Matzui, Ludmila & Vovchenko, Ludmila & Lazarenko, Oleksandra & Perets, Yu & Lozitsky, Oleg. (2019). Complex permittivity of polymer-based composites with carbon nanotubes in microwave band. *Applied Nanoscience*. 10.1007/s13204-019-01083-5.
6. Vovchenko, Ludmila & Lozitsky, Oleg & Sagalianov, Igor & Matzui, Ludmila & Launets, Vilen. (2017). Microwave Properties of One-dimensional Photonic Structures Based on Composite Layers Filled with Nanocarbon. *Nanoscale Research Letters*. 12. 10.1186/s11671-017-2034-8.

Додатки

Згоди керівників організацій на виконання проєкту



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

вул. Володимирська, 64/13, м. Київ, 01601 тел. 239-33-33

10.06.2020 № 013/246

На № _____

Національний фонд
досліджень України

Київський національний університет імені Тараса Шевченка в особі проректора з наукової роботи професора Жилінської Оксани Іванівни надає згоду на реалізацію на базі фізичного факультету проєкту «Розробка фізичних засад акусто-керованої модифікації та машинно-орієнтованої характеристики кремнієвих сонячних елементів», науковим керівником якого є доцент кафедри загальної фізики Оліх Олег Ярославович, в період з «01» вересня 2020 року по «31» грудня 2021 року у разі визначення переможцем за результатами конкурсу проєктів із виконання наукових досліджень і розробок «Підтримка досліджень провідних та молодих учених».

З повагою

Проректор з наукової роботи



О.І. Жилінська

Виконавець: Оліх О.Я.
моб.тел.: 067-316-90-20