

ДОГОВІР № 180/02.2020

про виконання наукового дослідження і розробки за рахунок грантової підтримки

м. Київ

«05» 11 2020 року

Національний фонд досліджень України (далі – Грантонадавач) в особі ~~наукової ради Грантоотримувача~~
~~Наукової ради Грантоотримувача~~ Оліха Олександра Івановича
що діє на підставі Положення про Національний фонд досліджень України, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 04 липня 2018 року № 528, розпорядження Кабінету Міністрів України від ~~08 листопада 2020 року~~ № 825
~~рішення Грантоотримувача~~ щодо ~~діяльності~~ своїх повноважних органів
~~засновані на реалізації~~ з однієї сторони, та Київський національний університет імені Тараса Шевченка (далі – Грантоотримувач) в особі проректора з наукової роботи Жилінської Оксани Іванівни, що діє на підставі довіреності № 01/59-26 від 21.01.2020 р., з іншої сторони (далі – Сторони), уклали цей Договір про виконання наукового дослідження і розробки за рахунок грантової підтримки (далі – Договір) про таке.

I. ПРЕДМЕТ ДОГОВОРУ

Відповідно до заяви на одержання грантової підтримки (реєстраційний номер 2020.02/0036, науковий керівник Оліх Олег Ярославович) та на підставі рішення наукової ради Грантонадавча (протокол № 21 від «16-17» вересня 2020 року) про затвердження результатів конкурсу «Підтримка досліджень провідних та молодих учених», переліку проектів, що рекомендуються до реалізації за рахунок грантової підтримки Грантонадавча, та обсягів їх фінансування, а також рішення наукової ради Грантонадавча (протокол № 34 від «05» листопада 2020 року) про надання гранту, Грантонадавча надає Грантоотримувачу на умовах, визначених цим Договором, грант для реалізації проекту із виконання наукових досліджень і розробок у 2020 році «Розробка фізичних зasad акусто-керованої модифікації та машинно-орієнтованої характеризації кремнієвих сонячних елементів» (далі – Проект), а Грантоотримувач реалізує Проект, детальний опис якого та вимоги до якого наведено у Технічному завданні до Проекту на 2020 рік (далі – Технічне завдання) (додаток 1 до цього Договору), що має відповідати заявці на одержання грантової підтримки (за відсутності коригування обсягів фінансування) та на умовах, визначених цим Договором.

II. СТРОКИ ТА ЕТАПИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТУ

2.1. Грантоотримувач планує та організовує роботу, пов’язану з реалізацією Проекту, згідно з етапами, відображеними у Календарному плані виконання наукового дослідження (розробки) на 2020 рік (далі – Календарний план) (додаток 2).

Тривалість етапу становить не більше трьох місяців і закінчується у календарному кварталі. У 2020 році Проект реалізується до 15 грудня. Усі витрати за Проектом мають бути здійснені до 15 грудня 2020 року.

2.2. Для підтвердження виконання етапу реалізації Проекту Грантоотримувач надає Грантонадавчеві у паперовій формі та в електронній формі науковий звіт про проміжні результати реалізації Проекту, що оформлюється відповідно до ДСТУ 3008:2015 «Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення», фінансовий звіт про використання бюджетних коштів за етап, анотований звіт про виконану роботу у 2020 році в рамках реалізації проекту із виконання наукових досліджень і розробок

(складені за формами, затвердженими науковою радою Грантонадавача), а також інші документи, передбачені розділом VII цього Договору.

Науковий звіт про проміжні результати реалізації Проекту, фінансовий звіт про використання бюджетних коштів за етап, ановований звіт про виконану роботу у 2020 році в рамках реалізації проекту із виконання наукових досліджень і розробок подаються Грантоотримувачем не пізніше 15 грудня 2020 року. Якщо реалізацію Проекту розпочато у середині кварталу, то у науковому звіті про проміжні результати реалізації Проекту і фінансовому звіті про використання бюджетних коштів за етап відображається інформація стосовно фактично виконаних упродовж такого періоду наукових досліджень і розробок та використаних коштів.

Рішення наукової ради Грантонадавача про схвалення наукового звіту про проміжні результати реалізації Проекту і фінансового звіту про використання бюджетних коштів за етап приймається впродовж 7 робочих днів з дати отримання звітної документації Грантооримувача та повинне містити інформацію про відповідність (невідповідність) виконаного етапу Проекту Технічному завданню (додаток 1), Календарному плану (додаток 2) та Кошторису витрат Проекту (додаток 3) та про продовження або припинення надання грантової підтримки Проекту. Зазначене рішення наукової ради Грантонадавача є підставою для підписання Акту про виконання проміжного етапу Проекту у відповідному кварталі та продовження фінансування Проекту Грантонадавачем.

ІІІ. РОЗМІР ГРАНТУ, ГРАФІК ПЛАТЕЖІВ ТА ОБСЯГИ ФІНАНСУВАННЯ

3.1. Обсяг фінансування Проекту у 2020 році становить 1779,800 тис. грн. (один мільйон сімсот сімдесят дев'ять тисяч вісімсот), без ПДВ (згідно з підпунктом 197.1.22 пункту 197.1 статті 197 Податкового кодексу України).

3.2. Фінансування Проекту у 2020 році здійснюється шляхом перерахування Грантонадавачем коштів Грантоотримувачу відповідно до цього Договору та Календарного плану шляхом здійснення попередньої оплати у розмірі 100% вартості етапу Проекту (календарного кварталу) на строк не більше трьох місяців відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 04.12.2019 р. № 1070, наказу МОН від 16.01.2020 р. № 56 (зі змінами) та в межах фактично отриманого Грантонадавачем фінансування.

Невикористані суми попередньої оплати вартості етапу Проекту (календарного кварталу) підлягають поверненню Грантонадавачу до завершення поточного календарного року.

3.3. Джерело фінансування Проекту – Державний бюджет, КПКВК 2201300, КЕКВ 2281.

3.4. Грантонадавач перераховує кожну наступну частину гранту після ухвалення науковою радою Грантонадавача рішення про продовження надання грантової підтримки Проекту.

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

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

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

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

IV. ПРАВА ТА ОБОВ'ЯЗКИ СТОРІН

4.1. Грантоотримувач має право:

- 1) на фінансування Проекту в обсязі, визначеному в цьому Договорі;
- 2) ініціювати переговори щодо припинення дії Договору за умов неможливості його подальшого виконання з обґрунтованих причин.

4.2. Грантоотримувач зобов'язується:

- 1) реалізувати Проект, передбачений цим Договором відповідно до Технічного завдання, Календарного плану та погодженого з Грантонадавачем Кошторису витрат Проекту;
- 2) використовувати грант за цільовим призначенням;
- 3) не використовувати зекономлені кошти, виділені за цим Договором, на інші проєкти та іншу тематику;
- 4) надавати Грантонадавачеві звіти, документи та матеріали, відповідно до цього Договору;
- 5) надавати інформацію та документи, які підтверджують фінансування Проекту з інших джерел, у тому числі й у разі надання Грантонадавачем гранту на умовах співфінансування;
- 6) якщо реалізацію Проекту внаслідок об'єктивних обставин буде припинено чи не завершено протягом дії цього Договору, у триденний строк повідомити про такі обставини Грантонадавача. У строк, що не перевищує 10 календарних днів з моменту настання таких обставин, документально підтвердити всі витрати, здійснені за рахунок суми гранту, та повернути Грантонадавачеві невикористану частину суми гранту у встановленому законодавством порядку;
- 7) повернути Грантонадавачеві суму, яка використана не за цільовим призначенням, у разі встановлення факту нецільового використання гранту під час реалізації Проекту;
- 8) не залучати субвиконавців, інформація про яких не зазначена у заявці на одержання грантової підтримки та Календарному плані, без погодження з науковою радою Грантонадавача, після чого укладається додаткова угода з Грантонадавачем;
- 9) не здійснювати перерозподіл коштів між статтями витрат у межах погодженого Кошторису витрат Проекту без письмового погодження Грантонадавача у випадку, якщо сума коштів, які планується перерозподілити, перевищує 10 відсотків від розміру відповідної статті витрат в межах етапу;
- 10) здійснити державну реєстрацію науково-дослідної роботи (в тому числі за етапами виконання Проекту) та надати Грантонадавачу примірники реєстраційної, облікової та інформаційної карток в порядку встановленому законодавством;
- 11) забезпечити у публікаціях, офіційних повідомленнях, в інформації у відкритих джерелах, а також під час виступів на наукових заходах щодо популяризації Проекту Грантоотримувача наявність посилання на підтримку Проекту Грантонадавачем. Опублікування результатів досліджень (наукових публікацій, тез доповідей), виконаних у рамках цього Договору,

обов'язково повинно містити посилання на підтримку Грантонадавача із зазначенням номеру Проєкту.

4.3. Грантонадавач має право:

- 1) вимагати від Грантоотримувача документи, інформацію та пояснення щодо його дій, пов'язаних із виконанням цього Договору, використанням бюджетних коштів та реалізацією Проєкту, ознайомлюватися з відповідною первинною документацією;
- 2) у разі встановлення невиконання Грантоотримувачем умов Договору досроко розірвати його, повідомивши про це Грантоотримувача у строк не пізніше ніж за 10 днів до дати розірвання Договору;
- 3) припиняти або продовжувати надання грантової підтримки Проєкту на підставі рішення наукової ради Грантонадавача;
- 4) використовувати в інформаційних цілях документи та відомості, отримані в процесі реалізації Проєкту, за умови, що таке використання не порушує права інтелектуальної власності Грантоотримувача (у т.ч. розміщувати на офіційному веб-сайті Грантонадавача звітну інформацію, вносити відповідну інформацію до бази даних наукових розробок та досліджень).

4.4. Грантонадавач зобов'язується:

- 1) перераховувати кошти на рахунки Грантоотримувача відповідно до умов Договору, Календарного плану, в межах фактично отриманого Грантонадавачем фінансування;
- 2) контролювати виконання Грантоотримувачем умов Договору, включно із дотриманням строків виконання Проєкту.

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

V. ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ СТОРІН

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

5.2. Грантонадавач не несе відповідальність за:

- завдані Грантоотримувачем збитки, спричинені третім особам, а також за будь-яку шкоду, завдану співробітникам (виконавцям, співвиконавцям Проєкту) або майну Грантоотримувача;
- порушення Грантоотримувачем вимог законодавства у сфері інтелектуальної власності.

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

5.3. Грантоотримувач несе повну відповідальність згідно із законодавством за дотримання вимог чинного законодавства під час складання Кошторису витрат Проєкту із необхідними розрахунками та обґрунтуваннями, за цільове, ефективне та раціональне використання бюджетних коштів та здійснення фактичних витрат за статтями Кошторису витрат Проєкту під

час реалізації Проекту, за достовірність інформації у звітних та інших документах, передбачених цим Договором.

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

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

VI. ПРАВА НА РЕЗУЛЬТАТИ РЕАЛІЗОВАНОГО ПРОЕКТУ

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

Авторські права учасників Проекту, підтриманого Грантонадавачем, реалізуються відповідно до законодавства.

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

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

6.4. За умов упізнаваності фізичних осіб, зображеніх на фото- або відеоматеріалах, Грантоотримувач повинен у звітності про реалізацію Проекту подати заяви цих осіб з дозволом на використання своїх зображень. Ці вимоги не застосовуються до фото- або відеоматеріалів, знятих у громадських місцях, де випадкові представники громадськості можуть бути ідентифіковані лише гіпотетично, а публічні особи здійснюють свою суспільну діяльність.

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

VII. ВИТРАТИ, БУХГАЛТЕРСЬКИЙ ОБЛІК, ЗВІТНІСТЬ ТА КОНТРОЛЬ

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

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

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

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

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

7.5. Грантоотримувач не пізніше 15 грудня 2020 року подає Грантонадавачу:

- а) Акт про виконання проміжного етапу Проекту – у 2-х паперових примірниках;
- б) науковий звіт про проміжні результати реалізації Проекту, оформленний відповідно до ДСТУ 3008:2015 «Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення» – в електронному вигляді та у 2-х паперових переплетених примірниках;
- в) фінансовий звіт про використання бюджетних коштів за етап – в електронному вигляді та у 2-х паперових примірниках;
- г) витяг із протоколу засідання вченої (наукової, науково-технічної, технічної) ради Грантоотримувача про виконання Проекту у відповідному році – в 1-ому паперовому примірнику;
- д) ановтований звіт про виконану роботу у 2020 році в рамках реалізації проєкту із виконання наукових досліджень і розробок (для оприлюднення) – в електронному вигляді та в 1-ому паперовому примірнику;
- е) інші матеріали та документи, відповідно до Технічного завдання та Календарного плану в 1-ому паперовому примірнику;
- є) копії документів щодо придбання обладнання та устаткування за рахунок гранту під час виконання Проекту;
- ж) за умов залучення субвиконавця – науковий звіт (оформлений відповідно до ДСТУ 3008:2015 «Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення») в електронному вигляді та у 2-х паперових примірниках; копію договору із субвиконавцем (з додатками), копію кошторису витрат, копію фінансового звіту про використання бюджетних коштів, копію акту здачі-приймання робіт, завірені належним чином.

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

Наукова рада Грантонадавача за результатами розгляду звітної документації Грантоотримувача аналізує звіти про результати реалізації Проекту і використання бюджетних коштів та приймає рішення про продовження або припинення надання грантової підтримки.

VIII. ДОСТРОКОВЕ РОЗІРВАННЯ ДОГОВОРУ

8.1. У разі нецільового або неефективного використання Грантоотримувачем будь-якої частини гранту та/або неналежного виконання або невиконання Грантоотримувачем цього

Договору, зокрема, Календарного плану, цей Договір може бути розірвано за рішенням наукової ради Грантонадавача в односторонньому порядку.

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

- a) Грантоотримувача визнано банкрутом або він перебуває у стадії ліквідації чи призупинив господарську діяльність, знаходиться в іншій аналогічній ситуації, що не дозволяє подальшу реалізацію Проекту, відповідно до законодавства;
- б) відбулася зміна юридичних, фінансових, технічних, організаційних умов діяльності Грантоотримувача (зокрема, зміна власності Грантоотримувача, реорганізація тощо), яка має суттєвий вплив на реалізацію цього Договору;
- в) було встановлено, що Грантоотримувач або пов'язані з ним особи надали недостовірну інформацію, необхідну для отримання гранту чи реалізації Проекту або не надають у визначені терміни на вимогу Грантонадавача інформацію, пов'язану з Проектом.

IX. ОБСТАВИНИ НЕПЕРЕБОРНОЇ СИЛИ (ФОРС-МАЖОРНІ ОБСТАВИНИ)

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

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

X. ПОРЯДОК ВИРІШЕННЯ СПОРІВ

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

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

XI. ІНШІ УМОВИ

11.1. Цей Договір набирає чинності з дня його підписання Сторонами та діє до «31» грудня 2020 року.

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

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

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

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

11.6. Контактні особи:

1) Андрушченко Валентина Борисівна

Начальник відділу грантової підтримки досліджень з природничих і технічних наук, математики та інформатики;
вул. Бориса Грінченка, 1, м. Київ;
044 – 298 – 16 -25;
valentyna.andrushchenko@nrfu.org.ua
natsci@nrfu.org.ua

2) Оліх Олег Ярославович,

доцент кафедри загальної фізики;
Україна, 03022 м. Київ, пр. академіка Глушкова 4 (фізичний факультет), к. 432;
+38 067- 316-90-20;
olikh@univ.kiev.ua;
olegolikh@knu.ua

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

XII. ДОДАТКИ ДО ДОГОВОРУ

Невід'ємними частинами цього Договору є:

додаток 1 – Технічне завдання;

додаток 2 – Календарний план;

додаток 3 – Кошторис витрат Проекту.

XIII. РЕКВІЗИТИ СТОРІН

Грантоотримувач

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

Проректор з наукової роботи
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка

(підпись)



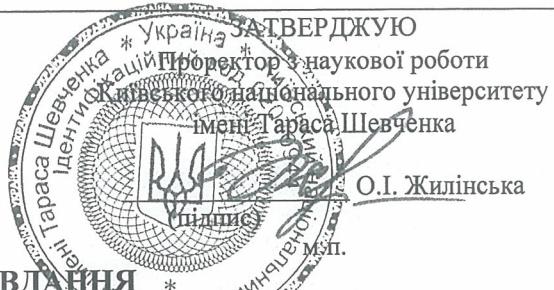
Грантонадавач

Національний фонд досліджень України
01001, м. Київ, вул. Бориса Грінченка, 1
(місцезнаходження)
р/р UA698201720343180001000157331
у ДКСУ в м. Києві
МФО 820172
ЄДРПОУ 42734019
(банківські реквізити)



Перший заступник виконавчого директора
Губар С.І.

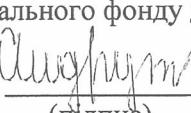
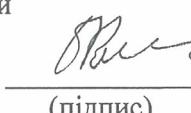
Додаток 1 до Договору про виконання наукового дослідження і розробки за рахунок грантової підтримки

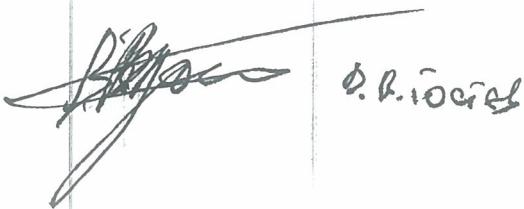


ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ *
до проекту з виконання наукових досліджень і розробок на 2020 рік
«Розробка фізичних зasad акусто-керованої модифікації та машинно-орієнтованої характеризації кремнієвих сонячних елементів»(далі – Проект)
(назва Проекту)

Назва конкурсу: «Підтримка досліджень провідних та молодих учених»

Реєстраційний номер Проекту: 2020.02/0036

Науковий керівник Проекту, доцент кафедри загальної фізики Київського національного університету імені Тараса Шевченка  (підпись)	ПОГОДЖЕНО: Перший заступник виконавчого директора Національного фонду досліджень України  (підпись)
	Начальник управління забезпечення грантової підтримки Національного фонду досліджень України  (підпись)
	Керівник відповідного структурного підрозділу управління забезпечення грантової підтримки Національного фонду досліджень України  (підпись)
	Головний спеціаліст відповідного структурного підрозділу управління забезпечення грантової підтримки Національного фонду досліджень України  (підпись)




Підстава для реалізації Проекту з виконання наукових досліджень і розробок 2020.02/0036 «Розробка фізичних засад акусто-керованої модифікації та машинно-орієнтованої характеризації кремнієвих сонячних елементів» Рішення Наукової ради Національного фонду досліджень України щодо визначення переможця конкурсу «Підтримка досліджень провідних та молодих учених» протокол від «16-17» вересня 2020 року № 21.

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

Короткий опис Проекту (до 5000 знаків)

На сьогодні сонячна фотовольтаїка характеризується найшвидшими темпами зростанням серед усіх технологій у світі, спрямованих на використання відновлюваних джерел енергії. При цьому практичне використання даного способу створення енергії переважно реалізується за допомогою кремнієвих сонячних елементів. Задля здешевлення кінцевої продукції, для створення КСЕ використовуються кристали достатньо невисокої чистоти, причому однією з найпоширеніших і водночас з найшкідливішими 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 пристрій. 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 напівпровідниковых кристалах загалом та практичного використання можливостей активного ультразвуку під час виготовлення сонячних елементів зокрема. Особливістю даного проекту є те, що він передбачає з'ясування фізичних особливостей та механізмів впливу ультразвукового навантаження на процеси перебудови дефектних комплексів, ініційовані іншим активаційним чинником (освітленням) чи викликані прагненням системи повернутися до стану термодинамічної рівноваги. Тобто, проект орієнтований на розробку фізичних засад методу, що базується на використанні комплексних процесів, де ультразвуку відведена роль додаткового чинника та певного фактору коригування.

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

Неруйнівні методи, що мають на меті оцінку концентрації домішок у напівпровідниковых структурах, зокрема в КСЕ, мають важливе значення з прикладної точки зору. На сьогодні розроблено чимало як прямих, так і непрямих методів, що дозволяють вирішити подібне завдання. Проте практично всі вони вимагають чи спеціальної підготовки об'єктів для досліджень, чи спеціалізованого обладнання. Водночас, чи не найпоширенішим методом характеризації сонячних елементів є вимірювання вольт-амперних характеристик (ВАХ). Параметри КСЕ зокрема та процеси поширення носіїв 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 об'єму бази даних. У цьому проекті передбачено створення відповідного масиву даних шляхом моделювання ВАХ для кремнієвих структур n+-p+ з різною товщиною (150-240 мкм) та різним ступенем легування (1015 ± 1017 см⁻³) бази при варіації концентрації домішки в інтервалі $1010 \div 1013$ см⁻³ для температурного діапазону 290-340 К. При цьому буде враховано можливість знаходження атомів заліза у міжвузольному стані та у складі пари Fe-B, а також різні зарядові стани дефекту. Останнім етапом цього напряму проекту буде налаштування (підбір кількості схованих шарів та нейронів в них, методу регуляризації, активаційної функції, швидкості навчання) та навчання штучної нейронної мережі, спроможності передбачити концентрацію домішкових атомів заліза на основі параметрів сонячного елементу, умов вимірювання та значення фактору неідеальності.

Тривалість виконання Проекту
дворічний проект

Початок: _____ дата укладання договору про виконання наукових досліджень і розробок
(далі – Договір)

Закінчення: 2021 рік

Загальна вартість Проекту, грн.
6 508 830

Вартість Проекту по роках, тис.грн.:

1-й рік 1779,8

2-й рік 4729,03

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

до виконання Проекту буде залучено 7 виконавців, з них:

доктори наук 2;

кандидати наук 2;

інші працівники 3.

Інформація про виконавців (авторів) Проекту(в тому числі особи, які будуть залучені до виконання Проекту за трудовим договором або угодою цивільно-правового характеру: ПІБ, основне місце роботи, посада, науковий ступінь).

Оліх Олег Ярославович, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, доцент кафедри загальної фізики, доктор фізико-математичних наук; доцент.

Костильов Віталій Петрович, Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України, завідувач лабораторії Фізико-технічних основ напівпровідникової фотогенеретики, доктор фізико-математичних наук, професор(прикладна фізика і наноматеріали);

Власюк Віктор Миколайович, Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України, науковий співробітник у лабораторії Фізико-технічних основ напівпровідникової фотоенергетики, кандидат фізико-математичних наук;

Лозицький Олег Всеволодович, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, аспірант кафедри загальної фізики;

Коркішко Роман Михайлович, Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України, науковий співробітник у лабораторії Фізико-технічних основ напівпровідникової фотоенергетики, кандидат технічних наук;

Майко Катерина Олексandrівна, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, аспірант кафедри експериментальної фізики;

Костина Артем Романович, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, студент фізичного факультету

3. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ОРГАНІЗАЦІЮ(Ї) СУБВИКОНАВЦЯ(ІВ) ПРОЕКТУ (заповнюється відповідно до поданої заявки)

Субвиконавці не залучаються

4. ОПИС ПРОЕКТУ (заповнюється відповідно до поданої заявки)

4.1. Мета Проекту(до 500 знаків)

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

4.2. Основні завдання Проекту (до 1000 знаків)

Розробити методику оцінювання кінетичних характеристик перебудови дефектів у бар'єрних структурах в умовах ультразвукового навантаження. Встановити фізичні закономірності та механізми впливу акустичних хвиль на процес перебудови дефектних комплексів, пов'язаних із атомами переходіних металів, у КСЕ залежно від температури, інтенсивності та типу коливань. Шляхом моделювання з'ясувати вплив геометричних особливостей, ступеню легування та наявності різних типів дефектів на особливості формування вольт-амперних характеристик типових кремнієвих сонячних елементів в широкому температурному діапазоні. Використовуючи методи глибокого навчання, встановити взаємозв'язок між величиною фактору неідеальності та концентрацією рекомбінаційних центрів. Запропонувати метод кількісної оцінки електрично-активних дефектів у бар'єрних структурах за величиною фактору неідеальності.

4.3. Детальний зміст Проекту:

- Сучасний стан проблеми (до 2 сторінок)

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

фотовольтаїка характеризується найшвидшими темпами зростанням серед усіх енергетичних технологій у світі.

Понад 90% з більше ніж 550 ГВт·год енергії, яка виробляється на сучасному етапі внаслідок застосування фотовольтаїчних перетворювачів, припадає на кремнієві сонячні елементи (КСЕ). Ці системи створюється з використанням аморфного, полікристалічного чи кристалічного кремнію, причому частка останніх складає близько 40%. Як і для інших напівпровідникових пристрій, одним з визначальних чинників властивостей КСЕ є система дефектів, зокрема, їхній домішковий склад. Зауважимо, що з метою здешевлення кінцевої продукції для створення КСЕ переважно використовуються кристали відносно невисокої чистоти. Так, однією з найпоширеніших і водночас з найшкідливіших домішок є атоми заліза та інших перехідних металів. Чимало зусиль науковців спрямовані на розробку на реалізацію технологічних методів, що мають на меті переведення подібних дефектів у електрично-неактивний стан, зокрема внаслідок їхнього гетерування. Проте коефіцієнти корисної дії реальних елементів суттєво нижчі за теоретичну межу. З цієї точки зору зрозуміло, що питання розуміння поведінки дефектів та керування їхнім станом мають фундаментальне значення для покращення експлуатаційних характеристик пристрійв.

Загальнозвінаними методами зовнішньої активації/деактивації технологічно функціональних дефектів для управління властивостями напівпровідникових структур є опромінення та термообробка, які, проте, суттєво впливають і на стан кристала загалом. Іншим варіантом модифікації дефектної підсистеми є збудження у кристалі пружних коливань. У літературі, зокрема, показано, що акустичні хвилі у неп'езоелектричних матеріалах здатні викликати перерозподіл домішок та викликати перебудову окремих точкових дефектів, причому такий спосіб характеризується вибірковістю впливу саме на область з порушеннями періодичності та може бути реалізований при кімнатних температурах. Крім того, показано слухність використання ультразвукового навантаження як додаткового фактору впливу під час технологічних операцій, таких як, наприклад, іонна імплантация. Водночас, наявної інформації недостатньо для формування цілісних уявлень щодо акусто-дефектної взаємодії у 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, нестационарна 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 характеризації сонячних елементів є вимірювання вольт-амперних характеристик (ВАХ), який, зокрема, дозволяє отримати такі фундаментальні параметри даних пристрійв як коефіцієнт корисної дії, напруга холостого ходу та струм короткого замикання. Очевидно, що ці характеристики зокрема та процеси поширення носіїв загалом залежать від наявності електрично активних дефектів і тому існує принципова можливість визначення концентрації останніх за виглядом ВАХ. Однією з найголовніших перепон на шляху розробки подібного зручного для використання та експресного методу є багатопараметричність взаємоз'язку концентрації рекомбінаційних центрів та параметрів ВАХ, які можуть бути визначені шляхом апроксимації експериментальних кривих. Проте в останнє десятиліття методи глибокого навчання, спрямовані, зокрема, на вирішення задач, де не передбачається можливість чіткої алгоритмізації, знаходять успішне застосування у різних галузях теоретичної та прикладної фізики. Це дозволяє сподіватись на можливість реалізації вказаного методу характеризації сонячних елементів з використанням подібних підходів.

- Новизна Проекту (до 1 сторінки)

Перша частина проекту 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 моліфікації

неп'зоелектричної напівпровідникової системи шляхом виведення її зі стабільного (метастабільного) стану, даний проект 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, проект орієнтований на розробку фізичних основ методу, що базується на використанні комплексних процесів, де ультразвуку відведена роль додаткового чинника та певного коректуючого фактору. Крім того, новизна проекту пов'язана з вибором об'єкту для вивчення акустичної активності, а саме, домішок атомів перехідних металів та комплексів за їхньою участю у монокристалічному кремнії.

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

- Методологія дослідження (до 2 сторінок)

Експериментальна частина проекту має на меті встановити фізичні закономірності та механізми впливу акустичних хвиль на процес перебудови дефектних комплексів, пов'язаних із атомами перехідних металів та передбачає наступні етапи: 1) підбір реальних КСЕ з базою, легованою бором, та високою концентрацією домішкового заліза; 2) визначення впливу світло-індукованого розпаду пар Fe-B на параметри вольт-амперних характеристик (фактор неідеальності, струм насичення, шунтуючий опір, напруга холостого ходу, струм короткого замикання) КСЕ; 3) з'ясування кількісних характеристик кінетики зміни параметрів ВАХ внаслідок відновлення пар Fe-B; 4) визначення закономірностей змін параметрів КСЕ внаслідок світло-індукованої деградації в умовах ультразвукового навантаження (повздовжні та поперечні хвилі з частотою (1-30) МГц та інтенсивністю (0,1-1) Вт/см² в температурному діапазоні 290-350 К) та порівняння із беззвуковим випадком; 5) визначення кінетичних характеристик зміни параметрів ВАХ внаслідок відновлення пар Fe-B в умовах ультразвукового навантаження та порівняння з випадком відсутності звуку; 6) розробка рекомендацій щодо спрямованої зміни експлуатаційних характеристик КСЕ шляхом 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 характеризації домішкового складу сонячних елементів на основі вимірювання ВАХ передбачається шляхом теоретичного моделювання кремнієвих n+-p-p+ структур з домішками атомів перехідних металів (на прикладі заліза). Ця частина включає розрахунки ВАХ для структур з різною товщиною (150-240 мкм) та ступенем легування ($10^{15} \div 10^{17}$ см⁻³) бази при варіації концентрації домішки в інтервалі $10^{10} \div 10^{13}$ см⁻³ для температурного діапазону 290-340 К. При цьому буде враховано можливість знаходження атомів заліза у 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 (на основі масиву даних, отриманих попередньо) штучної нейронної мережі, спроможної передбачити концентрацію домішкових атомів заліза на основі параметрів сонячного елементу, умов вимірювання ВАХ та отриманого в результаті апроксимації ВАХ значення фактору неідеальності. Орієнтовний інструмент роботи зі штучною нейронною мережею – пакет Keras.

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

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

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

Крім того, наявна матеріально-технічна база включає наступні елементи

- установка для вимірювання вольт-амперних характеристик $((-5 \div 5) \text{ В}, (10^{-8} \div 2 \cdot 10^{-2}) \text{ А}$, 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.

- Очікувані результати виконання Проекту (до 1 сторінки):

Очікувана в результаті виконання проекту наукова продукція полягає у

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

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

Встановлені фізичні закономірності впливу ультразвукового навантаження на процеси перебудови домішкових центрів, пов'язаних з атомами пепехілних металів можуть бути

використані для модифікації стандартних технологічних операцій, що використовуються при створенні кремнієвих сонячних елементів, з метою деактивації вказаних дефектів. Визначені особливості акусто-дефектної взаємодії дозволяють налаштувати параметри ультразвукового впливу задля отримання найбільшої ефективності контролюваної модифікації дефектної підсистеми. Крім того, отримані результати можуть стати основою для розробки методів акустичної інженерії дефектів у 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.

4.4. Виконання Проекту у 2020 році:

- Обґрунтування необхідності придбання у 2020 році за рахунок гранту обладнання та устаткування, а також напрямів їх використання після завершення реалізації Проекту (інформація наводиться у разі наявності відповідної інформації у заявці) (до 1 сторінки).

За рахунок коштів проекту передбачається придбання обладнання на загальну суму 1252,64 тис. грн.:

- Вимірювальних модулів 4210-CVU та Keithley 4200A-CVIV. Це модулі з використанням платформи Keithley 4200A-SCS (яка передбачається для закупівлі у першому кварталі 2021 року) дозволяють з високою точністю проводити швидкі вимірювання вольт-фарадних характеристик ($10^{-14} \div 10^{-6}$ Ф, до 400 В у частотному діапазоні $10^3 \div 10^7$ МГц) одночасно з вимірюванням вольт-амперних. Необхідність придбання пов'язана з розширенням можливостей тестування КСЕ та підготовки рекомендацій для модифікації технологічних процесів завдяки проведенню вольт-фарад досліджень у широкому частотному діапазоні. Після завершення проекту система буде використовуватися для дослідження параметрів різноманітних напівпровідниківих пристрій та структур, а також для тестування методів активного впливу на їхні властивості.

- Ноутбук ASUS TUF Gaming FX505DU. Сучасні підходи до глибоко навчання передбачають роботу з великими об'ємами даних, що висуває достатньо жорсткі вимоги до швидкодії та оперативної пам'яті обчислювальних пристрій. 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 проекту, 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 елементу необхідне обладнання з більшою розрахунковою потужністю. Після завершення гранту ноутбук буде і надалі використовуватися для реалізації процесів глибокого навчання.

Обсяг фінансування на 2020 рік, необхідний для виконання Проекту, з відповідним обґрунтуванням за статтями витрат Кошторису витрат (Додаток 3 до Договору) (до 2 сторінок).

1-й рік 1779,8 тис. грн.:

Витрати на оплату праці (в т.ч. нарахування) 7 учасників, задіяних у виконанні проекту, складають – 344,04 тис. грн. Для закупівлі необхідних предметів та матеріалів для виконання проекту заплановано витрати на загальну суму – 5,14 тис. грн., які включають придбання картриджів, фотобарабану та паперу офісного для підготовки наукових публікацій та звітів. Витрати на службові відрядження відсутні. Інші витрати відсутні. Витрати на закупівлю обладнання складають 1252,64 тис. грн. та обґрутовані в п.4.4. технічного завдання. **Непрямі витрати**, обсяг яких, становить – 177,98 тис. грн., включають витрати на оплату комунальних послуг та експлуатаційні витрати.

СПИСОК АВТОРІВ

Науковий керівник,
доцент, докт. фіз.-мат. наук,
доцент

Завідувач лабораторії,
докт. фіз.-мат. наук,
професор

Наук. співроб.,
канд. фіз.-мат. наук

Наук. співроб.,
канд. техн. наук

Аспірант

Аспірант

Студент



04.12.2020

О.Я. Оліх
(вступ, висновки,
реферат, розділ 1,
підрозділи 2.1, 2.2)



04.12.2020

В.П. Костильов
(підрозділи 2.3, 2.4; Інститут
фізики напівпровідників
ім. В.Є. Лашкарьова
НАН України)



04.12.2020

В.М. Власюк
(підрозділи 2.1, 2.3; Інститут
фізики напівпровідників
ім. В.Є. Лашкарьова
НАН України)



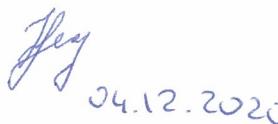
04.12.2020

Р.М. Коркішко
(підрозділи 2.3, 2.4; Інститут
фізики напівпровідників
ім. В.Є. Лашкарьова
НАН України)



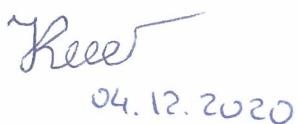
04.12.2020

О.В. Лозицький
(підрозділ 1.2)



04.12.2020

К.О. Майко
(підрозділ 1.1)



04.12.2020.

А.Р. Костина
(підрозділ 2.1)

ПІП	Завдання під час етапу
Оліх О.Я., д.ф-м.н., доцент, науковий керівник проекту	Розробка розрахункової моделі кремнієвої n^+-p-p^+ структури; розробка програмного забезпечення для автоматизації моделювання та обробки результатів; проведення моделювання; розробка методики оцінювання кінетичних характеристик сонячних елементів в умовах ультразвукового навантаження, підготовка звіту
Костильов В.П. д.ф-м.н., проф.	Підбір кремнієвих сонячних елементів (КСЕ); розробка методики вимірювання кінетики світлоіндукованих процесів в КСЕ, підготовка звіту
Власюк В.М. к.ф-м.н., н.с.	Відпрацювання режимів вимірювання кінетики світло індукованих процесів в монокристалічних пластинах кремнію, підготовка звіту
Лозицький аспірант	Розробка програмного забезпечення для автоматизації моделювання та обробки результатів; проведення моделювання
Коркішко к.т.н., н. с.	Відпрацювання режимів вимірювання кінетичних змін ВАХ сонячних елементів, підготовка звіту
Майко аспірант	Підготовка експериментального стенду- літературний пошук реальних величинами і температурних залежностей параметрів кремнію та рекомбінаційних центрів
Костина студент	Практична реалізація методики оцінювання кінетичних характеристик ВАХ; підготовка зразків до вимірювань

Разом за 1-й рік 1779,8 тис. грн.

- Можливі ризики, що можуть вплинути на реалізацію Проекту у 2020 році (до 1 сторінки). Введення жорсткого карантину перешкодить виконанню експериментальних досліджень у повному обсязі.

5. ЕТАП ВИКОНАННЯ ПРОЕКТУ (ЕВП) та індикатори виконання у 2020 році

ЕВП №:1

Назва ЕВП: Формування матеріальної та розрахункової бази проекту, моделювання вольт-амперних характеристик n^+-p-p^+ структур.

Цілі ЕВП: проведення підготовки до розрахунків та вимірювань, отримати масив даних для ВАХ n^+-p-p^+ структур з різними параметрами; відпрацювати методику вимірювання кінетики світлоіндукованих процесів в КСЕ

- Заплановані завдання для ЕВП та організації, які їх виконують, в тому числі субвиконавців (до 1000 знаків)

Завдання 1. Розробка розрахункової моделі кремнієвої n^+-p-p^+ структури для симулатора 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.

Завдання 3. 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 ($150\text{--}240 \text{ мкм}$) та ступенем легування ($10^{15}\text{--}10^{17} \text{ см}^{-3}$) бази при варіації концентрації домішки в інтервалі $10^{10}\text{--}10^{13} \text{ см}^{-3}$ для температурного діапазону 290-340 К.

Завдання 4. Відпрацювання режимів вимірювання кінетики світло індукованих процесів в КСЕ.

Завдання 5. Підготовка статті у фаховий журнал.

- Індикатори виконання (який науковий або інший результат буде отримано в межах етапу)

Програмне забезпечення для автоматичного створення моделей n^+-p-p^+ структур для симулятора сонячних елементів SCAPS; набір КСЕ та кремнієвих монокристалічних пластин з різним ступенем легування, 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 стаття; тестові результати вимірювання кінетики світлоіндукованих процесів в КСЕ.

6. НАУКОВІ АБО НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ РЕЗУЛЬТАТИ, ЩО ОЧІКУЮТЬСЯ ОТРИМАТИ У 2020 РОЦІ (до 2 сторінок)

Програмне забезпечення для автоматичного створення моделей кремнієвої n^+-p-p^+ структури, придатних для подальшого використання у стимуляторі сонячних елементів SCAPS 3.3.08. Вихідними даними моделі є рівні легування, концентрація домішкового заліза, товщ будуть використані температура, концентрація легуючих домішок, товщини шарів та температура. При створенні моделі будуть враховані температурні та концентраційні залежності ширини забороненої зони, звуження ширини забороненої зони, рухливостей, теплових швидкостей та ефективних мас носіїв заряду, власної концентрації носіїв, густини енергетичних рівнів поблизу дозволених зон, енергетичного положення та ефективного перерізу захоплення центрів, пов'язаних з дефектами. Також враховуватимуться просторові розподіли концентрації відокремлених міжвузольних атомів заліза та пар залізо-бор.

Програмне забезпечення для парсингу файлів, які є результатом роботи SCAPS, що дозволяє виділяти вольт-амперні характеристики (ВАХ) з врахуванням як загального струму, так і його окремої складової, пов'язаної з рекомбінацією на дефектах.

Розрахований масив ВАХ кремнієвих n^+-p-p^+ структур з різною товщиною (150-240 мкм) та ступенем легування ($10^{15} \div 10^{17}$ см⁻³) бази при варіації концентрації домішки в інтервалі $10^{10} \div 10^{13}$ см⁻³ для температурного діапазону 290-340 К – загалом близько 30 тис характеристик. Розраховані ВАХ в наступній частині проекту будуть використані для розробці фізичних основ експрес-методу оцінки концентрації електрично-активних дефектів у бар'єрних структурах за величиною фактору неідеальноті, а також для налаштування штучної нейронної мережі для оцінки концентрації атомів заліза в кремнієвих n^+-p-p^+ структурах.

Експериментальна установка для вимірювання кінетики світло індукованих процесів в кремнієвих сонячних елементах в умовах ультразвукового навантаження. Установка у наступній частині проекту буде використана для з'ясування фізичних закономірностей та механізмів взаємодії дефектних комплексів, пов'язаних із атомами переходних металів, у кремнієвих сонячних елементах з пружними хвилями ультразвукового діапазону. В свою чергу, встановлені фізичні закономірності впливу ультразвукового навантаження на процеси перебудови домішкових центрів, пов'язаних з атомами переходних металів, можуть бути використані для модифікації стандартних технологічних операцій, що використовуються при створенні кремнієвих сонячних елементів, з метою деактивації вказаних дефектів.

7. ПЕРЕЛІК ДОКУМЕНТІВ, ЩО ПОДАЮТЬСЯ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТУ У ПОТОЧНОМУ РОЦІ, ТА ВИМОГИ ЩОДО ДЕРЖАВНОЇ РЕЄСТРАЦІЇ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

7.1. Перелік документів, що подаються за результатами реалізації Проекту

Грантоотримувач не пізніше 15 грудня 2020 року подає Грантонадавачу:

- a) Акт про виконання проміжного етапу Проекту – у 2-х паперових примірниках;
- b) науковий звіт про проміжні результати реалізації Проекту, оформленний відповідно до ДСТУ 3008-2015 «Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення» – в електронному вигляді та у 2-х паперових переплетених примірниках;

- в) фінансовий звіт про використання бюджетних коштів за етап – в електронному вигляді та у 2-х паперових примірниках;
- г) витяг із протоколу засідання вченої (наукової, науково-технічної, технічної) ради Грантоотримувача про виконання Проекту у відповідному році – в 1-ому паперовому примірнику;
- д) ановований звіт про виконану роботу у 2020 році в рамках реалізації проекту із виконання наукових досліджень і розробок (для оприлюднення) – в електронному вигляді та в 1-ому паперовому примірнику;
- е) інші матеріали та документи, відповідно до Технічного завдання та Календарного плану в 1-ому паперовому примірнику;
- ж) копії документів щодо придбання обладнання та устаткування за рахунок гранту під час виконання Проекту;

7.2. Підприємство/установа/організація (Грантоотримувач) здійснює державну реєстрацію науково-дослідної роботи та не пізніше 10 робочих днів після подання звітної документації, зазначеної у п. 7.5 Договору, надає Грантонадавачу примірники реєстраційної, облікової та інформаційної карток у порядку, встановленому законодавством.

***Примітки:**

Фінансові звіти про використання бюджетних коштів подаються за підписами керівника, наукового керівника Проекту, головного бухгалтера, начальника планово-фінансового відділу організації/підприємства/установи (Грантоотримувача).

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка



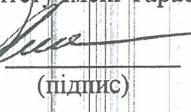
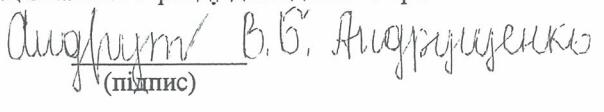
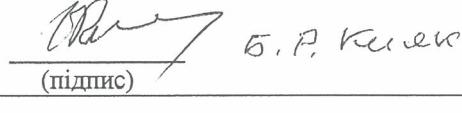
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

виконання наукового дослідження(розробки) на 2020 рік

**«Розробка фізичних зasad акусто-керованої модифікації та матинно-орієнтованої
характеризації кремнієвих сонячних елементів»**

Назва конкурсу «Підтримка досліджень провідних та молодих учених»

Реєстраційний номер Проекту2020.02/0036

Науковий керівник Проекту, доцент кафедри загальної фізики Київського національного університету імені Тараса Шевченка  (підпис)	ПОГОДЖЕНО: Перший заступник виконавчого директора Національного фонду досліджень України  (підпис)
Начальник планово-фінансового відділу Київського національного університету імені Тараса Шевченка  (підпис)	Начальник управління забезпечення грантової підтримки Національного фонду досліджень України  (підпис)
Головний бухгалтер Київського національного університету імені Тараса Шевченка  (підпис)	Керівник відповідного структурного підрозділу управління забезпечення грантової підтримки Національного фонду досліджень України  (підпис)
	Головний спеціаліст відповідного структурного підрозділу управління забезпечення грантової підтримки Національного фонду досліджень України  (підпис)

1. Етап виконання Проекту (ЕВП) та індикатори виконання у 2020 році

ЕВП №:1

Назва ЕВП: Формування матеріальної та розрахункової бази проєкту, моделювання вольт-амперних характеристик n^+-p-p^+ структур.

Цілі ЕВП: проведення підготовки до розрахунків та вимірювань, отримати масив даних для ВАХ n^+-p-p^+ структур з різними параметрами; відпрацювати методику вимірювання кінетики світлоіндукованих процесів в КСЕ.

- Заплановані завдання для ЕВП та організації, які їх виконують, в тому числі субвиконавців (до 1000 знаків)

Завдання 1. Розробка розрахункової моделі кремнієвої n^+-p-p^+ структури для симулатора 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.

Завдання 3. 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 ($10^{15} \div 10^{17}$ см⁻³) бази при варіації концентрації домішки в інтервалі $10^{10} \div 10^{13}$ см⁻³ для температурного діапазону 290-340 К.

Завдання 4. Відпрацювання режимів вимірювання кінетики світлоіндукованих процесів в КСЕ.

Завдання 5. Підготовка статті у фаховий журнал.

- Індикатори виконання (який науковий або інший результат буде отримано в межах етапу) Програмне забезпечення для автоматичного створення моделей n^+-p-p^+ структур для симулатора сонячних елементів SCAPS; набір КСЕ та кремнієвих монокристалічних пластин з різним ступенем легування, масив даних розрахованіх ВАХ для кремнієвих структур n^+-p-p^+ з різними геометричними та електрофізичними характеристиками; програмне забезпечення для парсингу файлів, які є результатом роботи SCAPS; підготовлена стаття; тестові результати вимірювання кінетики світлоіндукованих процесів в КСЕ.

2. Календарний план виконання Проекту у 2020 році (за кварталами)

Етап виконання Проекту та завдання		Pік 2020
		4 кв
ЕВП		Формування матеріальної та розрахункової бази проєкту, моделювання вольт-амперних характеристик n^+-p-p^+ структур
Грантоотримувач		
Завдання 1		Розробка розрахункової моделі кремнієвої n^+-p-p^+ структури для симулатора 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.
Завдання 3	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 ($10^{15} \div 10^{17}$ см ⁻³) бази при варіації концентрації домішки в інтервалі $10^{10} \div 10^{13}$ см ⁻³ для температурного діапазону 290-340 К.
Завдання 4	Відпрацювання режимів вимірювання кінетики світлоіндукованих процесів в КСЕ.
Завдання 5	Підготовка статті у фаховий журнал.
Розмір фінансування, тис. грн.	1 779,800
Субвиконавець	
Розмір фінансування, тис. грн.	0
Загальний розмір фінансування, тис. грн.	1 779,800

Примітка:

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

ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з наукової роботи
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка

О.І. Жилінська
(ПІБ)
2020 року



ПОГОДЖЕНО

Виконавчий директор
(посада)

Національного фонду досліджень України

О.І. Олійник
(підпис) (ПІБ)

2020 року
М. П.

КОШТОРИС ВИТРАТ ПРОЄКТУ
«Розробка фізичних зasad акусто-керованої модифікації та машинно-орієнтованої
характеризації кремнієвих сонячних елементів»
на 2020 рік

№ з/п	Найменування статті витрат	Обсяг коштів, тис. грн.
		4 квартал
1.	Прямі витрати	1601,82
1.1	Оплата праці	282,00
1.2	Нарахування на оплату праці	62,04
1.3	Матеріали, необхідні для виконання робіт, крім спецустаткування	5,14
1.4	Спецустаткування (обладнання)	1252,64
1.5	Витрати на службові відрядження	
2.	Непрямі витрати (не більше 10% від загального обсягу витрат)	177,98
3.	Витрати на виконання проекту субвиконавцем	
4.	Інші витрати (за необхідності)	
5.	Разом	1779,80

Головний бухгалтер Грантоотримувача

В.П. Денисенко

(підпис)

Начальник планово- фінансового
відділу Грантоотримувача

О.Б. Білявська

(підпис)

Науковий керівник Проекту Грантоотримувача

О.Я. Оліх

(підпис)

Погоджено:

С.І. Губар

(підпис)

Перший заступник виконавчого директора

Н.Л. Поєдинок

(підпис)

Начальник управління забезпечення грантової підтримки

В.Б. Ануфрійчук

(підпис)

Начальник відділу управління забезпечення грантової підтримки

(підпис)

Головний спеціаліст відділу відповідальний за супровід Договору

(підпис)

РОЗРАХУНКИ
до кошторису витрат Проекту
«Розробка фізичних зasad акусто-керованої модифікації та машинно-орієнтованої
характеризації кремнієвих сонячних елементів»

Договір від 2020 р. №

№ з/п	Найменування	Одиниця виміру	Кількість/період	Вартість за одиницю, тис. грн.	Загальна сума, тис. грн.	Обґрунтування
1	Прямі витрати					
1.1	Оплата праці					
1.1.1	Провідний науковий співробітник, доктор наук, доцент О.Я. Оліх	місяць	1.5	42.4	63,60	Розробка розрахункової моделі кремнієвої n+-p-p+ структури; розробка програмного забезпечення для автоматизації моделювання та обробки результатів; проведення моделювання; розробка методики оцінювання кінетичних характеристик сонячних елементів в умовах ультразвукового навантаження, підготовка звіту
1.1.2	Провідний науковий співробітник, доктор наук, професор В.П. Костильов	місяць	1.5	43.6	65,40	Підбір кремнієвих сонячних елементів (КСЕ); розробка методики вимірювання кінетики світлоіндукованих процесів в КСЕ, підготовка звіту
1.1.3	Науковий співробітник, кандидат наук Власюк В. М.	місяць	1.5	30.1	45,15	Відпрацювання режимів вимірювання кінетики світлоіндукованих процесів в монокристалічних пластинах кремнію, підготовка звіту
1.1.4	Інженер I категорії О. В. Лозицький	місяць	1.5	16.6	24,90	Розробка програмного забезпечення для автоматизації моделювання та обробки результатів; проведення моделювання
1.1.5	Молодший науковий співробітник, кандидат наук Р. М. Коркішко	місяць	1.5	24.8	37,20	Відпрацювання режимів вимірювання кінетичних змін ВАХ сонячних елементів, підготовка звіту
1.1.6	Інженер I категорії К. О. Майко	місяць	1.5	16.6	24,90	Підготовка експериментального стенду, літературний пошук реальних величинами і температурних залежностей параметрів кремнію та рекомбінаційних центрів
1.1.7	Інженер А. Р. Костина	місяць	1.5	13,9	20,85	Практична реалізація методики оцінювання кінетичних характеристик ВАХ; підготовка зразків до вимірювань
	Разом Оплата праці				282,00	розмір середньої заробітної плати за місяць (вартість за одиницю) визначені відповідно до чинного законодавства України та згідно з діючою системою оплати праці у Грантоотримувача
1.2	Нарахування на оплату праці	%	x	x	Загальна сума, тис. грн.	Відповідно до чинного законодавства України.
	Нарахування на оплату праці	22			62,04	
	Разом Нарахування на оплату праці				62,04	x
1.3	Матеріали, необхідні для виконання робіт, крім спецустаткування					
	Найменування	Одиниця виміру	Кількість	Вартість за одиницю, тис. грн. (з ПДВ)	Загальна сума, тис. грн.	Обґрунтування
1.3.1	Картридж C13S050167, Epson EPL-6203	шт.	1	1.41	1.41	Підготовка звітів по проекту
1.3.2	Фотобарабан Minolta PP-1100/1250, Epson EPL-6200 HANP	шт.	1	0.30	0.30	
1.3.3	Картридж HP LJ 5L / 6L, C3906A	шт.	1	2.26	2.26	

1.3.4	Папір офісний Zoom A4 80 г/м ² С+ 500 аркушів білий	шт.	13	0,09	1,17	Підготовка звітів по проекту
	Разом Матеріалів, необхідних для виконання робіт, крім спецустаткування			5,14		x
1.4	Спецустаткування (обладнання)					
	Найменування	Одиниця виміру	Кількість	Вартість за одиницю, тис. грн. (з ПДВ)	Загальна сума, тис. грн.	Обґрунтування
1.4.1	Ноутбук ASUS TUF Gaming FX505DU	шт.	1	24,57	24,57	Для проведення розрахунків штучних нейронних мереж з використанням технології паралельного обчислення CUDA, AMD Ryzen 5 3550H, 2,1 ГГц, 4 ядра, 8ГБ ROM, 512 ГБ SSD, NVIDIA GeForce GTX 1660 Ti, 6 ГБ GDDR5
1.4.2	Вимірювальний модуль Keithley 4210-CVU	шт.	1	835,12	835,12	Для високоточного вимірювання вимірювання вольт-фарадних характеристик в частотному діапазоні від 1 кГц до 10 МГц та діапазоні електричної ємності $10^{-14} \text{--} 10^{-6}$ Ф
1.4.3	Вимірювальний модуль Keithley 4200A-CVIV/ 237-BNCTRХ(4)/ 237-TRX-T(2)/ 4200-TRX-2(2)	шт.	1	392,95	392,95	Для реалізації можливості паралельного вимірювання вольт-фарадних та вольт-амперних характеристик.
	Разом Спецустаткування (обладнання)			1252,64		
2	Непрямі витрати (не більше 10% від загального обсягу витрат)					
2.1	Найменування	Одиниця виміру	Кількість	Вартість за одиницю, тис. грн. (з ПДВ)	Загальна сума, тис. грн.	Обґрунтування
1	Витрати на оплату комунальних послуг					Витрати, пов'язані з виконанням проекту, відповідно до діючих тарифів
1.1	Оплата теплопостачання	1Гкал	5,939	1,357	8,059	
1.2	Оплата водопостачання та водовідведення	10 м ³	5,265	0,230	1,211	
1.3	Оплата електроенергії	1000 Квт	13,098	2,095	27,44	
	Разом на оплату комунальних послуг			36,71		
2.	Експлуатаційні витрати			141,27		Витрати пов'язані з реалізацією та виконанням проекту
	Разом Непрямі витрати			177,98		x
	Разом витрат на 4 квартал 2020 року			1779,80		x

Примітка: спрямування коштів здійснюється виключно на фінансування витрат, пов'язаних із реалізацією Проекту (п. 7.4. Договору про виконання наукового дослідження і розробки за рахунок грантової підтримки)

Грантоотримувач:

Проректор з наукової роботи
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка

Головний бухгалтер

Начальник планово-фінансового відділу

Науковий керівник



О.І. Жилінська
(ПІБ)

В.П. Денисенко
(ПІБ)

О.Б. Білявська
(ПІБ)

О.Я. Оліх
(ПІБ)