

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор Інституту радіофізики та електроніки
ім. О.Я. Усикова НАН України



Мележик П. М.

(підпис)

М.П.

АНОТОВАНИЙ ЗВІТ

про виконану роботу у 2020 році в рамках реалізації проєкту
із виконання наукових досліджень і розробок

«Квантові явища при взаємодії електромагнітних хвиль з твердотільними наноструктурами»
(назва Проєкту)

Назва конкурсу: «Підтримка досліджень провідних та молодих учених»

Реєстраційний номер Проєкту: 2020.02/0149

Підстава для реалізації Проєкту з виконання наукових досліджень і розробок

№ 2020.02/0149 «Квантові явища при взаємодії електромагнітних хвиль з твердотільними наноструктурами»

Рішення наукової ради Національного фонду досліджень України щодо визначення переможця конкурсу «Підтримка досліджень провідних та молодих учених», протокол № ___ від «___» _____ 2020 року.

1. ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ПРОЄКТ

Тривалість виконання Проєкту

Початок – дата укладання Договору про виконання наукових досліджень і розробок;

Закінчення – 2022 рік.

Загальна вартість Проєкту, грн.

8 200 885,00 грн.

Вартість Проєкту по роках, грн.:

1-й рік 894 666,00 грн

2-й рік 3 687 554,00 грн.

3-й рік 3 618 665,00 грн.

2. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКОНАВЦІВ ПРОЄКТУ

до виконання Проєкту буде залучено 7 виконавців та 3 асистенти, з них:

доктори наук 4;

кандидати наук 3;

інші працівники 3.

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

Субвиконавці не долучаються до виконання проєкту.

4. ОПИС ПРОЄКТУ

4.1. Мета Проєкту (до 200 знаків)

Метою даного проєкту є дослідження квантових явищ, які виникають у твердотільних наноструктурах при опроміненні електромагнітними хвилями або під дією постійних електричного та/або магнітного поля.

4.2. Основні завдання Проєкту (до 400 знаків)

У проєкті планується виконання низки завдань по дослідженню квантових явищ у твердотільних структурах. У 2020 році основним завданням є теоретичне дослідження проходження плоских терагерцових електромагнітних хвиль та терагерцового лазерного променя через шаруватий надпровідник у нелінійному режимі та за наявності постійного магнітного поля.

4.3. Детальний зміст Проєкту:

- Сучасний стан проблеми (до 400 знаків)

Бурхливий розвиток нанотехнологій за останні десятиріччя дозволив створювати різноманітні наносистеми, що сприяє мініатюризації електроніки, підвищує обчислювальну потужність, зменшує енергоспоживання, а також дозволяє застосовувати в електроніці якісно нові квантові властивості. У проєкті планується охопити низку важливих задач, пов'язаних із квантовою природою наносистем, які ще не мають детального теоретичного опису.

- Новизна Проєкту (до 400 знаків)

Будуть досліджуватись нові квантові явища, які виникають при взаємодії електромагнітного поля з наноструктурами, зокрема, буде досліджено такі нові нелінійні ефекти при поширенні джозефсонівських плазмових хвиль у шаруватих надпровідниках, як нелінійне фокусування хвильового гауссового пучка та вплив магнітного поля на резонансну прозорість шаруватих надпровідників.

- Методологія дослідження (до 400 знаків)

У проєкті передбачається використання сучасних методів теоретичної фізики. Дослідження буде проводитись з використанням загальновідомих методів та базуватись на аналітичних та чисельних розрахунках. Окрім того, при виконанні завдань проєкту буде використано низку оригінальних методів, розроблених виконавцями проєкту. Зокрема, будуть використані зв'язані синусоїдальні рівняння Гордона та метод трансфер-матриць.

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

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

При виконанні проєкту у 2020 році отримано наступні нові важливі фундаментальні результати, які розширюють знання про електродинамічні явища у шаруватих надпровідниках:

1. Формула для залежності коефіцієнту проходження електромагнітних хвиль крізь шаруватий надпровідник від зовнішнього постійного магнітного поля.
2. Умови резонансного проходження хвилі крізь шаруватий надпровідник за наявності постійного магнітного поля.
3. Формули для фокусної відстані та ефективності фокусування хвильового терагерцового гауссового пучка при його проходженні крізь шаруватий надпровідник.
4. Гістерезисна залежність фокусної відстані та ефективності фокусування від амплітуди хвилі та від відстройки частоти.
5. Чисельна комп'ютерна модель, що підтверджує достовірність побудованої теорії проходження хвильового гауссового пучка крізь шаруватий надпровідник.

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

При виконанні Проєкту розвинено фундаментальну теорію нелінійного хвильового транспорту у шаруватих надпровідниках. Отримані результати розширюють знання про шаруваті надпровідники та ефекти, що можуть в них спостерігатися, відповідають світовим науковим стандартам та не мають аналогів в Україні. У той час, як більшість наукових досліджень у світі проводиться експериментальними або чисельними методами, у Проєкті розвинена послідовна аналітична теорія. За матеріалами проведених досліджень було підготовлено рукописи двох наукових статей, які найближчим часом буде направлено до журналу Physical Review B (перший квартал Q1). Це буде сприяти інтеграції української науки до світового наукового простору та підтримувати конкурентоспроможність українських досліджень.

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

Проєкт передбачає проведення фундаментальних наукових досліджень, що стосуються одержання нових теоретичних знань у фізиці, і не передбачає проведення прикладних наукових досліджень і науково-технічних розробок.

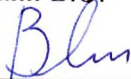
5.4. Опис шляхів та способів подальшого використання результатів виконання Проєкту в суспільній практиці.

Подальше застосування результатів досліджень, проведених у межах проєкту, полягає у використанні в твердотільній наноелектроніці отриманих нових фундаментальних знань про квантові ефекти при взаємодії твердотільних наноструктур з електромагнітними хвилями, а також у розробці нових елементів, що діють на їх основі. Результати, отримані у 2020 році, описують електродинамічні явища у шаруватих надпровідниках. Ці результати можуть бути застосовані у терагерцовій електроніці, яка, у свою чергу, має багато важливих застосувань у фізиці, хімії, біології, астрономії, системах контролю безпеки та медицині.

Анотований звіт не містить відомостей, заборонених до відкритого опублікування

Науковий керівник Проєкту

Г.н.с. ІРЕ ім. О.Я. Усикова НАН України,
член-кореспондент НАН України
Ямпольський В.О.



(підпис)