

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Проректор з наукової роботи



Київського національного університету

імені Тараса Шевченка

пр. Київська О.І.

Київ, 01033

Тел. (044) 469-0900

Факс (044) 469-0901

Е-пошта: info@ukr.net

www.ukr.net

## **АНОТОВАНИЙ ЗВІТ**

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

Керований транспорт топологічних збуджень в атомарних схемах для квантових сенсорів та квантових систем обробки інформації  
(назва Проєкту)

Назва конкурсу: Підтримка досліджень провідних та молодих вчених  
Регістраційний номер Проєкту: 2020.02/0032

Підстава для реалізації Проєкту з виконання наукових досліджень і розробок (реєстраційний номер та назва Проєкту) 2020.02/0032 «Керований транспорт топологічних збуджень в атомарних схемах для квантових сенсорів та квантових систем обробки інформації»

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**

Тривалість виконання Проєкту  
Початок – 02 листопада 2020 року;  
Закінчення – 2022\_ рік.

Загальна вартість Проєкту, грн. 4 410 030,00

Вартість Проєкту по роках, грн.:

1-й рік 488 030,00  
2-й рік 2 007 000,00  
3-й рік 1 915 000,00

### **2. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКОНАВЦІВ ПРОЄКТУ**

до виконання Проєкту буде залучено 5 виконавців, з них:  
доктори наук 1;  
кандидати наук 0;  
інші працівники 4.

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

Субвиконавців до проєкту не залучено

Грантоотримувач: Київський національний університет імені Тараса Шевченка,  
01033, місто Київ, вул. Володимирська, 60

## **4. ОПИС ПРОЄКТУ**

### **4.1. Мета Проєкту(до 200 знаків)**

Метою проекту є розробка методів керованого транспорту квантових вихорів між кільцеподібними надплинними атомарними Бозе-Ейнштейнівськими конденсатами.

### **4.2. Основні завдання Проєкту (до 400 знаків)**

Досягнення контролю над транспортом стабільних топологічних збуджень в квантових атомарних газах для надчутливих квантових сенсорів та систем обробки квантової інформації. Розробка методу недеструктивної маніпуляції топологічними збудженнями в ультрахолодних атомарних газах.

### **4.3. Детальний зміст Проєкту:**

- Сучасний стан проблеми (до 400 знаків)

Тороїдальні надплинні системи стали предметом багатьох експериментальних та теоретичних досліджень, які охоплюють різні аспекти стійких струмів, а також інші супутні явища, наприклад, атомна інтерферометрія, ефекти Джозефсона, поширення звукових хвиль. Ці системи відкривають можливості для фундаментальних і прикладних досліджень квантових систем на макроскопічному рівні.

- Новизна Проєкту (до 400 знаків)

Контроль над квантовими топологічними збудженнями відкриває шлях до нових напрямків у квантових технологіях із цікавими застосуванням, починаючи від нових типів квантових датчиків, квантових симуляторів до топологічно захищених стійких квантових обчислень. Однак необхідні додаткові дослідження, щоб запропонувати надійний метод транспортування квантових топологічних збуджень в атомарних системах.

- Методологія дослідження (до 400 знаків)

Для досягнення цілей цього проекту використовуються сучасні теоретичні та чисельні методи аналізу динамічних властивостей надхолодних атомних газів. Результати чисельного моделювання порівнюються з передбаченнями отриманими варіаційними, асимптотичними та іншими наближеними аналітичними методами.

## **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)**

Продемонстровано можливість генерації стійких надплинних потоків шляхом перемішування лазерним пучком в системі коаксіальних тороїдальних конденсатів з різною кількістю атомів. Розроблені в рамках цього дослідження методи можуть бути використані в існуючих експериментальних установках.

Виявлено, що формування тунельних потоків між зв'язаними надплинними кільцями може суттєвим чином впливати на генерацію надплинних потоків. Зокрема показано, що при зменшенні амплітуди бар'єру, що розділює тороїдальні конденсати зростає критична швидкість обертання, необхідна для генерації квантових вихорів всередині тороїдальних кілець.

Проведено аналіз енергії вихрового надплинного потоку для різних положень квантових вихорів в системі з'єднаних копланарних надплинних кілець та досліджено вплив дисипативних ефектів на транспорт квантових вихорів між кільцями.

Досліджено переходи між станами з різними кутовими моментами в кільцеподібних конденсатах, що супроводжуються контрольованим транспортом квантових вихорів під впливом акустичних збурень. Показано, що в системі зв'язаних копланарних кілець можливі періодичні переходи квантових вихорів між кільцями.

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

З огляду на те, що дослідження мають фундаментальний характер, науково-технічна продукція за результатами роботи проєкту не передбачена.

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

Маніпуляції з топологічно захищеними квантовими збудженнями, такими як вихрові лінії та вихори Джозефсона в Бозе-конденсатах, пропонують дуже перспективні альтернативи для нових типів компактних та дешевих квантових датчиків з безпрецедентним рівнем точності та контролю. Зв'язані кільця, з'єднані за допомогою керованих зв'язків, пропонують інтригуючу можливість для майбутніх систем обробки квантової інформації.

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

Результати цього проєкту сприятимуть вивченню фундаментальних властивостей взаємодіючих надплинних систем та можуть бути використані у новітніх квантових технологіях для розробки нових типів квантових датчиків та квантових систем обробки інформації. Такі квантові датчики на основі Бозе-конденсатів можуть працювати як акселерометри та гіроскопи.

Анотований звіт не містить відомостей, заборонених до відкритого опублікування

**Науковий керівник Проєкту**

доцент кафедри квантової теорії поля фізичного факультету  
Київського національного університету імені Тараса Шевченка  
Якименко Олександр Ілліч

