

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи Національного  
технічного університету України «Київський  
політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

В. А. Пастушник

(підпис)



## АНОТОВАНИЙ ЗВІТ

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

Розвиток теплофізичних та конструктивно-технологічних основ підвищення ефективності  
охолодження приймально-передавальних модулів радіолокаційних станцій  
(назва Проєкту)

**Назва конкурсу:** Підтримка досліджень провідних та молодих учених  
**Реєстраційний номер Проєкту:** 2020.02/0357

**Підстава для реалізації Проєкту з виконання наукових досліджень і розробок** реєстраційний номер 2020.02/0357 «Розвиток теплофізичних та конструктивно-технологічних основ підвищення ефективності охолодження приймально-передавальних модулів радіолокаційних станцій»: 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: 2020-2022 рр.

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

Закінчення – 2022 рік.

Загальна вартість Проєкту, грн.: 5821000

Вартість Проєкту по роках, грн.:

1-й рік: 707000

2-й рік: 2530000

3-й рік: 2584000

### 2. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКОНАВЦІВ ПРОЄКТУ

до виконання Проєкту залучено 7 виконавців, з них:

доктори наук 2;

кандидати наук 2;

інші працівники 3.

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

**Грантоотримувач:** Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Підпорядкованість - Міністерство освіти і науки України.  
Адреса: 03056, м. Київ, пр-т Перемоги, 37.

Залучення субвиконавців до виконання Проєкту не передбачено.

## **4. ОПИС ПРОЄКТУ**

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

Підвищення ефективності охолодження приймально-передавальних модулів шляхом розробки систем охолодження на основі теплових труб спрощеної конструкції та підвищеної технологічності виготовлення.

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

У 2020 році: на основі огляду інформаційних джерел щодо відомих конструкцій приймально-передавальних модулів (ППМ), пульсаційних теплових труб (ТТ), плоских ТТ та ТТ з різьбовою капілярною структурою розробити та запатентувати нові технічні рішення ефективних систем охолодження для ППМ на основі ТТ спрощеної конструкції – пульсаційних ТТ та плоских ТТ з різьбовою капілярною структурою.

### **4.3. Детальний зміст Проєкту:**

#### **- Сучасний стан проблеми (до 400 знаків)**

Для відведення теплоти від ППМ в світі використовуються дорогі рідинні та більш дешеві повітряні системи охолодження. Для підвищення ефективності повітряних систем застосовуються традиційні ТТ з капілярними структурами, для виготовлення яких необхідні високотемпературні процеси спікання та екструзії. Проблема полягає в спрощенні та підвищенні технологічності систем охолодження ППМ на основі ТТ.

#### **- Новизна Проєкту (до 400 знаків)**

Новою ідеєю проєкту є використати функціональні особливості розташування площини антени під кутом до горизонту в межах 70-85° та ППМ – під кутом до 30° для того, щоб реалізувати в базових конструкціях ППМ з повітряним охолодженням ефективно відведення теплоти за допомогою нових спрощених і технологічних конструкцій ТТ, які можна виготовляти без високотемпературних процесів спікання та екструзії.

#### **- Методологія дослідження (до 400 знаків)**

При виконанні етапу 1 були застосовані наступні методи дослідження – інформаційний пошук, аналіз існуючих технічних рішень, конструкторське і геометричне моделювання та синтез нових схемно-конструктивних рішень. На наступних етапах проєкту буде застосовано методологію комп'ютерного та експериментального моделювання.

## **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)**

В поточному році на основі вивчення та аналізу інформаційних джерел щодо відомих конструкцій приймально-передавальних модулів, пульсаційних ТТ, плоских ТТ та ТТ з різьбовою капілярною структурою розроблено схемні конструктивні технічні рішення побудови приймально-передавальних модулів з системою охолодження на основі пульсаційних ТТ нової конструкції та побудови систем охолодження приймально-передавальних модулів на основі плоских ТТ з різьбовою капілярною структурою. Підготовлено та подано до Укрпатенту: заявку на видачу патенту України на корисну модель на розроблене нове технічне рішення з пульсаційними ТТ «Корпус модуля антенної решітки» (заявка №u202007743 від 04.12.2020 р.),



заявку на видачу патенту України на корисну модель на розроблене нове технічне рішення з ТТ з різьбовою капілярною структурою «Корпус приймально-передавального модуля антенної решітки» (заявка №u202007802 від 07.12.2020 р.) та заявку на видачу патенту України на винахід «Корпус приймально-передавального модуля антенної решітки» (заявка №a202007895 від 09.12.2020 р.). Складено проміжний звіт про реалізацію Проекту у 2020 р. на 330 арк.

Розроблені конструктивні рішення дозволять підвищити теплову потужність охолоджуваних елементів модуля щонайменше вдвічі порівняно з існуючим аналогом ППМ з повітряним охолодженням без ТТ (від 15 до 40 Вт).

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

Перевагами запропонованих нових конструкцій ППМ з вбудованими пульсаційними ТТ та плоскими ТТ з різьбовою капілярною структурою порівняно з існуючими аналогами, наприклад, з корпусом модуля активної фазованої антенної решітки з ТТ з спеченою порошковою капілярною структурою, описаним в патенті РФ № 97219, опубл. 27.08.2010 р., бюл. № 24, є спрощення конструкції та підвищення технологічності їхнього виготовлення.

До складу АФАР входить біля 1-4 тисяч багатоканальних ППМ. Наприклад, до 8-ми каналного ППМ з розробленою системою охолодження потрібно 16 плоских ТТ з різьбовою капілярною структурою (по 2 ТТ на один канал). Для антенної системи з 1 тис. ППМ потрібно 16000 ТТ. Оціночні розрахунки показують, що при заміні традиційних теплових труб зі спеченою капілярною структурою розробленими тепловими трубами з різьбовою капілярною структурою лише для однієї антенної системи очікувана економія в часі виготовлення ТТ становить 4272 год. (або 534 робочі дні), а очікувана економія в електричній енергії становить 192672 кВт год.

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

Отримані у 2020 р. результати реалізації проекту в частині розроблених схемно-конструктивних рішень побудови систем охолодження ППМ будуть використані на наступних етапах роботи при розробці експериментальних зразків пульсаційних ТТ та ТТ з різьбовою капілярною структурою для дослідження їхніх теплових характеристик та вивчення процесів теплообміну в них.

Практична цінність очікуваних результатів проекту в цілому полягає в тому, що будуть розроблені нові ефективні засоби тепловідведення від приймально-передавальних модулів антенних решіток перспективних РЛС, які дозволять за рахунок використання розроблених конструкцій ТТ підвищити теплову потужність охолоджуваних елементів модуля щонайменше вдвічі порівняно з існуючим аналогом ППМ з повітряним охолодженням без ТТ (від 15 до 40 Вт) та, відповідно, підвищити технічні характеристики РЛС. Особливо важливим є те, що розроблені засоби охолодження дозволять здійснювати модернізацію існуючих зразків РЛС, оскільки введення розроблених ТТ до складу існуючих ППМ не призводить до збільшення їхніх розмірів та не впливає на приєднання ППМ до полотна антени.

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

Розроблені нові конструктивно-технологічні рішення засобів тепловідведення ППМ, комплект ескізної конструкторської документації на них, рекомендації щодо використання отриманих результатів планується впровадити на спеціалізованих підприємствах України при розробці ППМ підвищеної потужності для перспективних РЛС та для модернізації існуючих РЛС.

З метою комерціалізації результатів проекту підприємствам - потенційним споживачам продукції буде запропоновано наступні результати досліджень:

- Результати досліджень теплових характеристик експериментальних зразків системи охолодження ППМ з вмонтованими пульсаційними ТТ нової конструкції і їх порівняння з аналогічними результатами системи охолодження без ТТ.

- Результати експериментальних досліджень системи охолодження ППМ з плоскими ТТ з різьбовою капілярною структурою, ескізу конструкторську документацію на теплові труби та рекомендації щодо використання отриманих результатів в антенних системах перспективних РЛС та при модернізації існуючих.

- Зацікавленим підприємствам в Україні та за кордоном буде запропоновано продаж ліцензій на отримані патенти.

Наукові результати досліджень закономірностей процесів теплообміну в плоских теплових трубах з різьбовою капілярною структурою планується використати в навчально-науковому процесі кафедри АЕС і ІТФ при підготовці магістрантів, аспірантів (PhD) та докторантів.

**Науковий керівник Проєкту**

Провідний науковий співробітник  
Національного технічного університету  
України «Київський політехнічний  
інститут імені Ігоря Сікорського»  
Ніколаєнко Ю.Є.



(підпис)

**Заступник начальника НДЧ**

Національного технічного університету  
України «Київський політехнічний  
інститут імені Ігоря Сікорського»  
Владимирський І.А.



(підпис)