

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Директор ІСД НАН України та ДКА України

чл.-кор. НАН України

Олег ФЕДОРОВ



**АНОТОВАНИЙ ЗВІТ**  
**про виконану роботу у 2021 році в рамках реалізації проєкту**  
**із виконання наукових досліджень і розробок**

Теоретичні та експериментальні дослідження глобальних збурень природного і техногенного походження в системі Земля-атмосфера-іоносфера

**Назва конкурсу: Підтримка досліджень провідних та молодих учених**  
**Реєстраційний номер Проєкту: 2020.02/0015**

**Підстава для реалізації Проєкту з виконання наукових досліджень і розробок 2020.02/0015**  
«Теоретичні та експериментальні дослідження глобальних збурень природного і техногенного походження в системі Земля-атмосфера-іоносфера»

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**

Загальна тривалість виконання проєкту 2020 рік – 2022 рік

Тривалість виконання Проєкту у 2021 році:

Початок – «07» травня 2021 року

Закінчення – «15» грудня 2021 року

Загальна вартість Проєкту, грн. 4 590 000,00 грн.

Вартість Проєкту по роках, грн:

1-й рік 510 000,00 грн.

2-й рік 1 937 400,00 грн.

3-й рік 2 040 000,00 грн.

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

до виконання Проєкту залучено 9 виконавців, з них:

доктори наук 2;

кандидати наук 2;

інші працівники 5.

## **3. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ГРАНТООТРИМУВАЧА ТА ОРГАНІЗАЦІЮ СУБВИКОНАВЦЯ ПРОЄКТУ**

Проєкт виконується Інститутом космічних досліджень НАН України та ДКА України спільно з Харківським національним університетом імені В.Н. Каразіна Міністерства освіти і науки України.

**Грантоотримувач:**

Інститут космічних досліджень

Національної академії наук України та Державного космічного агентства України

Код за ЄДРПОУ 22971655

КВЕД 72.19 Дослідження й експериментальні розробки у сфері інших природничих і технічних наук.

**Субвиконавець:**

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Міністерства освіти і науки України

код за ЄДРПОУ 02071205

КВЕД 85.42 Вища освіта.

**4. ОПИС ПРОЄКТУ****4.1. Мета Проєкту (до 200 знаків)**

Мета проєкту полягає в отриманні фундаментальних знань і оновлення існуючих уявлень про глобальні збурення природного та техногенного походження в системі Земля-атмосфера-іоносфера (ЗАІ).

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

Теоретичні дослідження механізмів взаємодії підсистем системи ЗАІ під час дії джерел природного і техногенного походження.

Побудова моделей фізичних процесів в системі ЗАІ на основі експериментальних досліджень.

Розробка нових методів обробки рядів даних.

Розробка рекомендацій щодо послаблення впливу глобальних збурень у системі ЗАІ на функціонування технологічних систем.

**4.3. Детальний зміст Проєкту:**

- Сучасний стан проблеми (до 400 знаків)

Прогнозування процесів у ближньому космосі та створення міжнародних інформаційно-аналітичних центрів за даною проблематикою є пріоритетним напрямком сучасної світової космічної діяльності. В зв'язку з цим важливо дослідити процеси, які визначають відгук системи Земля-атмосфера-іоносфера на дію різних типів високоенергетичних джерел, що є необхідною умовою успішного прогнозування стану геокосмосу.

- Новизна Проєкту (до 400 знаків)

Основна новизна даного проєкту полягає в тому, що вперше буде досліджуватися поведінка системи ЗАІ в рамках системного підходу. Передбачається прослідкувати розвиток збурень від конкретних джерел до висот іоносфери та верхньої атмосфери. Для цих досліджень будуть розроблені нові та удосконалено існуючі методи обробки рядів даних з урахуванням їх нестаціонарності та фрактальності.

- Методологія дослідження (до 400 знаків)



Передбачається розробити моделі великомасштабних збурень у системі ЗАІ, що викликаються дією високоенергетичних джерел природного і техногенного походження. Для цього будуть проведені теоретичні та комплексні експериментальні дослідження з використанням дистанційних радіофізичних методів зондування, аналізу даних супутникових вимірювань, магнітометричного методу, математичного 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)**

Досліджено механізми взаємодії підсистем в системі Земля-Атмосфера-Іоносфера під час дії високоенергетичних джерел природного і техногенного походження. Отримано вихідні дані для побудови емпіричної моделі такої взаємодії. З цієї метою було оброблено радіофізичні та магнітометричні дані під час сонячних затемнень, літнього сонцестояння, весняного рівнодення та магнітних бур.

Розроблено нові методи обробки тривалих часових рядів і сигналів з урахуванням їх нестационарності та фрактальності. Проведено синхронні радіофізичні і магнітометричні вимірювання в спокійних і збурених умовах та поповнено бази даних.

Розроблено нові моделі збурень в системі ЗАІ від різних джерел з врахуванням обертання Землі, вертикальної неоднорідності атмосфери та ефектів дисипації. Досліджено особливості еванесцентного спектру акустико-гравітаційних хвиль в атмосфері: виявлено специфічні хвильові моди, вивчено особливості затухання внаслідок в'язкості і теплопровідності, досліджено модифікацію спектру під впливом обертання Землі.

Розроблено методики для відтворення характеристик атмосферно-іоносферних збурень за даними наземних вимірювань мережі передавачів ДНЧ радіохвиль та проведено їх верифікацію за експериментальними даними. Розроблено метод ідентифікації акустико-гравітаційних хвиль в атмосфері та іоносфері за супутниковими вимірюваннями і здійснено перевірку методу за експериментальними даними.

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

Система ЗАІ розглядалась як цілісна відкрита динамічна система, що зазнає природних та антропогенних впливів згори (геокозмичні бурі, падіння великих космічних тіл, рух сонячного термінатора) та знизу (землетруси, погодні фронти, старти ракет, вибухи та ін.). Розроблені моделі атмосферних збурень, в яких використано модифіковані системи гідродинамічних рівнянь з врахуванням в'язкості і теплопровідності та ефекту обертання Землі, дають краще узгодження з експериментальними вимірюваннями, ніж існуючі на сьогодні.

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

Вивчення характеру іоносферних відгуків на природні і штучні джерела енерговиділення слугуватиме основою для подальшого моніторингу катастрофічних явищ за даними супутникових і наземних спостережень та їх можливого попередження, для розробки рекомендацій, спрямованих на удосконалення функціонування систем телекомунікації,

радіонавігації, радіолокації та дистанційного зондування, для розробки методики впливу високоенергетичних явищ у атмосфері та геокосмосі на стан здоров'я людини.

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

Розроблені алгоритми та математичне забезпечення будуть використані для дослідження та прогнозування впливу високоенергетичних явищ у атмосфері та геокосмосі на функціонування енергетичних систем, телекомунікації, радіонавігації, радіолокації та дистанційного зондування, стан здоров'я людини. Отримані результати будуть запропоновані для впровадження в наукових установах, промисловості та охорони здоров'я.

Примітка: Анотований звіт не повинен містити відомостей, заборонених до відкритого опублікування

#### **Науковий керівник Проєкту**

Заст. директора ІКД НАН України та ДКА України  
Олег ЧЕРЕМНИХ

\_\_\_\_\_  
(підпис)

