

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор Інституту космічних досліджень  
НАНУ та ДКАУ  
Федоров О.П.



## АНОТОВАНИЙ ЗВІТ

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

Методи і моделі глибинного навчання для прикладних задач супутникового моніторингу

**Назва конкурсу:** Підтримка досліджень провідних та молодих учених  
**Реєстраційний номер Проєкту:** 2020.02/0292

**Підстава для реалізації Проєкту з виконання наукових досліджень і розробок** (реєстраційний номер та назва Проєкту) 2020.02/0292 Методи і моделі глибинного навчання для прикладних задач супутникового моніторингу

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 – дата укладання Договору про виконання наукових досліджень і розробок – 08.10.2020;

Закінчення – 2022 рік.

Загальна вартість Проєкту 7001170 (сім мільйонів одна тисяча сто сімдесят) грн.

Вартість Проєкту по роках, грн.:

1-й рік 1231950 (один мільйон двісті тридцять одна тисяча дев'ятсот п'ятдесят)

2-й рік 2892860 (два мільйони вісімсот дев'яносто дві тисячі вісімсот шістьдесят)

3-й рік 2876360 (два мільйони вісімсот сімдесят шість тисяч триста шістьдесят)

### 2. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКОНАВЦІВ ПРОЄКТУ

до виконання Проєкту буде залучено 7 виконавців, з них:

доктори наук 1;

кандидати наук 2 (виконавець проєкту захистився перед початком проєкту);

інші працівники 4.

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

Грантоотримувач Інститут космічних досліджень Національної академії наук України та Державного космічного агентства України є державною організацією, основними напрямками наукових досліджень якої є космічні інформаційні системи і технології та методи оброблення аерокосмічних даних. Науковий керівник проф., д.т.н. Куссуль Н.М. є визнаним фахівцем в сфері машинного навчання та супутникового моніторингу, координатором численних міжнародних



проектів з української сторони за програмами FP-7, Horizon -2020, ESA, INTAS, CRDF, УНТЦ та інших. Залучення субвиконавців до виконання проекту не передбачено.

#### **4. ОПИС ПРОЄКТУ**

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

Удосконалення існуючих та розробка нових методів і моделей глибинного навчання для задач моніторингу економічних показників на основі злиття різнорідних супутникових даних та даних з різних джерел високого просторового розрізнення.

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

Аналіз проблем та стану економічного моніторингу на основі геопросторових даних у світі.

Розробка, удосконалення та програмна реалізація методів глибинного навчання, підвищення просторового розрізнення супутникових даних (СД).

Розробка інформаційної технології глибинного навчання в хмарних середовищах GEE та AWS.

Розв'язання задачі класифікації типів земного покриття на основі СД. Аналіз індикаторів економічної діяльності на основі різнорідних даних.

##### **4.3. Детальний зміст Проєкту:**

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

Існуючі сучасні методи інтелектуального аналізу СД базуються на методах глибинного навчання з використанням згорткових або рекурентних нейронних мереж і дозволяють розв'язувати задачі класифікації та сегментації супутникових знімків. Викликом є необхідність розробки методів гармонізації СД різної природи (оптичні та радарні) і різного просторового і часового розрізнення і формування рядів даних високого розрізнення, готових до подальшого аналізу.

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

Розробляється новий метод класифікації багатовимірних геопросторових даних на основі рекурентних нейронних мереж з вдосконаленою архітектурою моделі глибинного навчання для класифікації часових рядів геопросторових даних з використанням рекурентних нейронних мереж. Розробляється новий метод підвищення просторового розрізнення СД, що дозволить розв'язати нові класи задач аналізу економічних показників, які вимагають злиття різнорідних даних.

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

Дослідження ґрунтується на використанні та удосконаленні сучасних математичних методів та моделей глибинного навчання для розв'язання актуальних прикладних задач та моніторингу економічної діяльності на основі непрямих ознак з використанням різнорідних геопросторових даних та СД. В основі методології покладено розроблений авторами метод глибинного навчання, який буде удосконалено для розв'язання задач sequence to sequence класифікації.

#### **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)**

Проведено аналіз та літературний огляд існуючих методів та моделей глибинного навчання, проаналізовано стан розв'язання задач економічного моніторингу на основі геопросторових даних у світі. Завантажені та оброблені супутникові дані за період 2016-2020 р. для території України. Створено ГІС-проект із зібраними даними для навчання та тестування нейроморезжі. Завантажені геопросторові дані із відкритих джерел, щодо типу земного покриття, інфраструктури та іншої додаткової інформації. Сформовані навчальні та тестові вибірки за 2016-2020 роки, що включають більше 5 тисяч полігонів, завантажені та використані для



формування навчальних та тестових даних існуючі геопросторові дані із OpenStreetMap. Підготовані файли в форматі HDF5 із навчальними та тестовими даними для навчання нейромережі для кожного із років.

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

Гармонізовані набори даних щодо типів земного покриття та землекористування для навчання та тестування нейронних мереж за кілька років поспіль сформовані вперше для території України.

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

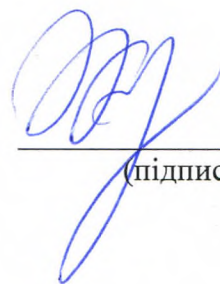
Перший етап виконання проєкту є підготовчим та включає формування матеріалів та даних (завантажені та оброблені супутникові дані, зібраний ГІС проєкт з даними для навчання нейронної мережі, зібрані геопросторові дані з OpenStreetMap) та сформовану базу для якісного виконання всього проєкту. Зібрані дані стануть основою для розроблення моделей і технологій, що будуть внеском України до флагманських міжнародних програм, зокрема EuroGEO та GEOGLAM, що дуже важливо з позицій Європейської інтеграції України. Виконавцями проєкту подано роботу «Automatic Anomaly Detection Methodology for Crop Classification Data Using Morphological Features» до друку у міжнародному виданні.

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

Створені набори наземних та супутникових даних будуть використані для навчання моделей глибинного навчання для класифікації типів земного покриття, як за поточний рік, так і для навчання моделей перенесенню інформації з попередніх років на досліджуваний. Також супутникові дані будуть використані для навчання моделей глибинного для підвищення їх просторового розрізнення.

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

**Науковий керівник Проєкту**  
Заступник директора ІКД НАНУ та ДКАУ



(підпис)

Куссульт Н.М.