

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0226U000739

Державний реєстраційний номер: 0125U001223

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 15-01-2026

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 1

Назва етапу: Розгортання та налаштування Open Data Cube (ODC) для України, збір навчальних і супутникових даних, розробка семантичної онтології для аналізу часових рядів і виявлення змін земного покриття.

Початок етапу: 02.2025

Закінчення етапу: 01.2026

Вид звітнього документа: Проміжний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, м. Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380442367989, 380442044862, 380442049494

IV. Відомості про співвиконавців ДіР

V. Відомості про замовника ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Швейцарський національний науковий фонд

Код за ЄДРПОУ: -

Місцезнаходження: Вільдхайнвег 3, Берн, СН-3001, Швейцарія

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 41313082231

VI. Джерела, напрями та обсяги фінансування ДіР

Підстава для проведення ДіР: 09 - договір із закордонним замовником

Напрямок фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

7716 - кошти замовників іноземних держав

Фактичний обсяг фінансування (тис. фунт. ст.): 50.000
--

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

DT4LC: Розробка масштабованих цифрових моделей-двійників для аналізу змін земного покриття за допомогою машинного навчання

Назва роботи англійською:

DT4LC: Developing Scalable Digital Twin Models for Land Cover Change Detection Using Machine Learning

Реферат українською:

Упродовж першого року виконання проекту DT4LC було закладено концептуальні, архітектурні, методологічні та інфраструктурні основи цифрового двійника для аналізу змін землекористування та земного покриття. Проведено системний аналіз сучасних ініціатив цифрових двійників у галузі наук про Землю, зокрема DestinE, NASA Earth System Digital Twin та BioDT, із фокусом на їх придатність для аналізу змін землекористування. Розроблено двочасову концепцію цифрового двійника, яка розрізняє швидкі зміни (повені, воєнні дії, екстремальні погодні явища) та поступові довготривалі трансформації землекористування. Запропоновано ієрархічну архітектуру цифрового двійника, що складається з окремих Digital Twin Instances (DTI), інтегрованих через Digital Twin Aggregator (DTA). Реалізовано інтеграцію фундаментальних моделей для аналізу даних спостереження Землі, включно з візуальними енкодерами, часовими трансформерними моделями та мультимодальними моделями злиття даних. Проведено їх адаптацію до багатоспектральних супутникових зображень і регіональних умов України та Швейцарії. Розроблено гібридний підхід, що поєднує методи машинного навчання з PINN для забезпечення фізичної узгодженості прогнозів. Цифровий двійник було застосовано для аналізу змін землекористування, спричинених воєнними діями та кризовими подіями. На прикладі України продемонстровано деградацію земель, порушення сільськогосподарської діяльності та зміни рослинного покриття. Розроблено концепцію когнітивного інтерфейсу цифрового двійника, що використовує генеративні фундаментальні моделі для взаємодії з користувачами природною мовою. Інтерфейс забезпечує адаптивну візуалізацію результатів, генерацію пояснень і трансформацію аналітичних виходів у зрозумілі інсайти.

Реферат англійською:

During the first year of the DT4LC project, the conceptual, architectural, methodological and infrastructural foundations of a digital twin for the analysis of land use and land cover changes were laid. A systematic analysis of current digital twin initiatives in the field of Earth sciences, in particular DestinE, NASA Earth System Digital Twin and BioDT, was carried out, focusing on their suitability for the analysis of land use changes. A two-temporal concept of a digital twin was developed, which distinguishes between rapid changes (floods, military actions, extreme weather events) and gradual long-term transformations of land use. A hierarchical architecture of a digital twin, consisting of individual Digital Twin Instances (DTI) integrated through a Digital Twin Aggregator (DTA), was proposed. Fundamental models for the analysis of Earth observation data were integrated, including visual encoders, temporal transformation models and multimodal data fusion models. They were adapted to multispectral satellite images and regional conditions of Ukraine and Switzerland. A hybrid approach was developed that combines machine learning methods with PINN to ensure physical consistency of forecasts. The digital twin was applied to analyze land use changes caused by military actions and crisis events. The example of Ukraine demonstrated land degradation, disruption of agricultural activities and changes in vegetation cover. The concept of a cognitive interface for the digital twin was developed, which uses generative fundamental models to interact with users in natural language. The interface provides adaptive visualization of results, generation of explanations and transformation of analytical outputs into understandable insights.

Індекс УДК: 004.49; 004.056.57, 620:004

Коди тематичних рубрик:50.41.25, 44.01.30

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Шелестов Андрій Юрійович

Науковий ступінь: д.т.н.

Вчене звання: професор

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

VIII. Наукова (науково-технічна) продукція (НТП)

Назва НТП українською: Цифровий двійник для аналізу змін землекористування

Назва НТП англійською: Digital twin for land use change analysis

НТП, яку передбачалося створити: Створено

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Методи, теорії, гіпотези

Галузь застосування: Отримані результати мають важливе практичне значення і будуть використовуватися в наступних етапах НТР

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Запропоновано ієрархічну архітектуру цифрового двійника, що складається з окремих Digital Twin Instances (DTI), інтегрованих через Digital Twin Aggregator (DTA). Кожен DTI відповідає за окремий тематичний компонент, зокрема моніторинг рослинності, класифікацію землекористування, прогнозування погодних умов і виявлення змін земного покриву. Агрегатор забезпечує узгодження часових масштабів і інтеграцію результатів у єдине представлення. Архітектура забезпечує модульність, масштабованість і можливість поетапного розвитку цифрового двійника. Проведено пілотну апробацію цифрового двійника на двох контрастних територіях — в Україні та Швейцарії. В Україні основний фокус зроблено на подійних змінах, пов'язаних із війною та руйнуванням інфраструктури. У Швейцарії система застосована для аналізу поступових кліматично зумовлених трансформацій землекористування. Пілотні дослідження підтвердили переносимість і універсальність архітектури DT4LC.

Соціально-економічна спрямованість НТП: Поліпшення стану навколишнього середовища

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Не впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу: 02.2025

Закінчення етапу: 01.2026

Споживачі продукції:

Перспективні ринки:

Характер співробітництва з інвестором

Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:

Права, що надаються інвестору після завершення роботи:

Наявність бізнес-плану:

Техніко-економічне обґрунтування:

Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:

Очікуваний термін окупності (років):

Додаткова інформація:

IX. Бібліографічний опис

- N. Kussul et al. (2025). "AI-Powered Digital Twin Framework for Land Use Change in Disaster Affected Regions," in IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, vol. 18, pp. 27473-27492, doi:10.1109/JSTARS.2025.3623870.
- Kussul, N. et al. (2026). Digital Twins for Land Use Change. In: Zgurovsky, M., Pankratova, N. (eds) System Analysis and Data Mining. Studies in Systems, Decision and Control, vol 609. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-97529-5_22.
- B. Yailymov et al. (2025). "Flooded and Irrigation Area Monitoring After the Kakhovka Dam Disaster Based on Machine Learning and Satellite Data," in IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, vol. 18, pp. 19129-19144, doi:10.1109/JSTARS.2025.3592368.
- Y. Salii et al. (2026). "Forest Stress Detection Using Feature Engineering & Selection Approach Optimized for Satellite Imagery," IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, vol. 19, pp. 2461-2473, doi: 10.1109/JSTARS.2025.3644488
- Kussul N., et al. (2025) Assessment of war-induced agricultural land use changes in Ukraine using machine learning applied to Sentinel satellite data. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, Volume 140, June 2025, 104551. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2025.104551>
- Kussul, N., Shelestov, A., Giuliani et al. (2025). Foundation model integration in a multi-instance digital twin system for land use change. In Proceedings of the 13th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS 2025) (Vol. 1, pp. 132-136). IEEE.
- B. Yailymov, H. Yailymova, N. Kussul et al. (2025). Satellite-Based Assessment of Agricultural Transformation in War-Affected Southern Ukraine. 2025 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, 3 - 8 August 2025, Brisbane, Australia.
- A. Kolotii, A. Shelestov. (2025) Satellite-Based Monitoring of Economic and Environmental Dynamics in Ukraine During Wartime. The 15th IEEE International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies, DESSERT'2025, 19-21 December 2025, Athens, Greece.
- Y. Salii, N. Kussul, M. Lavreniuk et al. (2025). Cross-Modal Field Delineation: Evaluating RGB, Time-Series, and Radar Inputs with Delineate Anything Flow. The 15th IEEE International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies, DESSERT'2025, 19-21 December 2025, Athens, Greece

Х. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Стіренко Сергій Григорович

Д.Т.Н.

Перелік осіб-виконавців

Лавренюк Алла Миколаївна

(к.т.н.)

Яворський Олександр Андрійович

Яйлимова Ганна Олексіївна

(д.філософ, 113)

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Савич Олена Володимирівна

Телефон

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна