



Міністерство освіти і науки України

Національний університет біоресурсів і  
природокористування України  
Механіко-технологічний факультет



Представництво Польської академії наук в Києві  
Відділення в Любліні Польської академії наук  
Академія інженерних наук України  
Українська асоціація аграрних інженерів



***ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ  
II МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ  
КОНФЕРЕНЦІЇ  
"Агроінженерія:  
сучасні проблеми та перспективи розвитку"  
(7–8 листопада 2019 року)  
присвячена  
90-й річниці з дня заснування  
механіко-технологічного факультету НУБіП України***

---

---



Київ – 2019

УДК 629.78:338.43

## **КОНЦЕПЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ КОСМІЧНИХ СИСТЕМ В АГРОВИРОБНИЦТВІ**

*Скидан О. В.<sup>1</sup>, Голуб Г. А.<sup>2</sup>, Кухарець С. М.<sup>1</sup>, Ярош Я. Д.<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Житомирський національний агроекологічний університет*

*<sup>2</sup>Національний університет біоресурсів та природокористування України*

Аграрне виробництво постійно зростає. Річний фінансовий обіг в агровиробництві становить більше 5 трлн. доларів. Близько 38% поверхні суші та до 70% прісної води використовується для ведення агровиробництва. На початку XXI століття в агровиробництві було зайнято близько мільярда людей або понад 1/3 наявної робочої сили (<https://en.wikipedia.org/wiki/Agriculture>). Інтенсивно зростає виробництво продовольства для людства. З'явився новий

напрямок – виробництво енергії із аграрної біомаси (Golub, G. A., Kukharets, S. M., Yarosh, Y. D., Kukharets, V. V., 2017. *Integrated use of bioenergy conversion technologies in agroecosystems. INMATEH – Agricultural Engineering, Vol. 51, No. 1, 93–100*);. Все вищезазначене вимагає підвищення продуктивності праці, економії різних видів ресурсів, скорочення витрат та зниження собівартості аграрнопродовольчої продукції, нарощування обсягів і підвищення ефективності виробництва (Білінська В., *Сучасні інноваційні технології в сільському господарстві: основна характеристика та перспективи впровадження. Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Economics, 2015; 7 (172): 74–80*). І все це необхідно виконувати із збереження екологічної стійкості агровиробництва, що, в першу чергу, виражається через збереження якості ґрунтів. (Golub G., Kukharets S., Yarosh Y., Zavadska O. *Structural models of agroecosystems and calculation of their energy autonomy. Engineering for rural development. 2019. Vol. 18. P. 1344–1350. DOI: 10.22616/ERDev2019.18.N073*).

Одним із факторів, що сприятиме підвищенню ефективності агровиробництва та збереженню його екологічної стійкості – це застосування космічних систем. На нашу думку застосування космічних систем можна концептуально розділити на дві групи: макрорівень та мікрорівень (рис. 1).



Рис. 1. Використання космічних технологій в аграрному виробництві.

На макрорівні данні отримані із штучних супутників землі дозволять виконати точне прогнозування факторів впливу навколишнього середовища на агровиробництво. Зокрема, супутникові дані дозволять отримати точні погодні умови та встановити точні дати для виконання відповідних технологічних операцій, наприклад: початку весняно-польових робіт, часу сівби, термінів збирання врожаю тощо. Точна інформація про прогноз погоди та час виконання основних технологічних операцій і використання технології точного прогнозування стихійних лих, зокрема, повеней та посухи дозволить спрогнозувати врожайність та виконати товарно-ринкове та страхове прогнозування. Ще одним важливим напрямом використання космічних систем на макрорівні – це моніторинг викидів парникових та інших небезпечних газів (рис. 2).

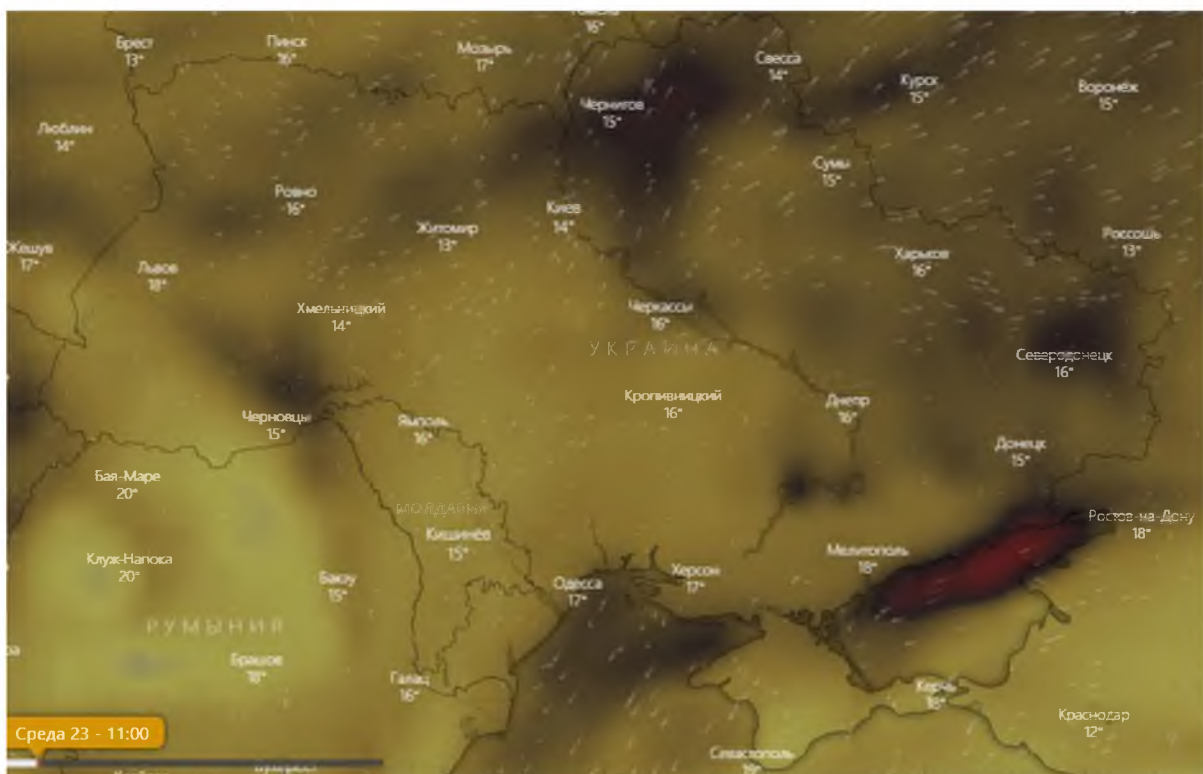


Рис. 2. Моніторинг концентрації CO над Україною.

На мікрорівні супутникові дані допоможуть вирішити ряд локальних проблем. Зокрема у рослинництві оптимізувати системи внесення добрив та зрошувальні системи. Це допоможе досягти максимальної ефективності удобрення та зрошування та зменшити витрати води та добрив. Полив сільськогосподарських культур не є рівномірним, деякі культури потребують більше води, інші менше. Данні отриманні із космічних систем можуть допомогти оптимізувати розподілення води, щоб запобігти надмірному чи недостатньому зрошенню. Це допоможе знизити використання води до 30%. Супутникові дані дозволяють визначити ділянки на полі куди необхідно внести більше добрив. Крім того технологія глобальних навігаційних супутникових систем дозволить легко виконувати орієнтування відповідної техніки на полях. Це сприятиме зменшенню витрат добрив та відповідно зменшить шкідливий

вплив на навколишнє середовище. Використовуючи супутникові знімки у поєднанні із даними отриманими від глобальних навігаційних супутникових систем можна визначити оптимальні маршрути руху техніки на поля та, відповідно, знизити витрати палива та робочого часу. Крім того, без таких даних неможливе застосування автономної роботи тракторів і комбайнів.

У тваринництві використання космічних технологій дозволить чітко контролювати стан тварин: температуру, рівень активності, поведінку та цикли сну тощо. Такий контроль дозволить виявити проблеми, що виникають як із окремою твариною так із групою тварин та допоможе оперативно вирішити ці проблеми. Це допоможе запобігти поширенню хвороб та уникнути втрат поголів'я. Крім того, технологія глобальних навігаційних супутникових систем допоможе позиціювати навіть кожну окрему тварину.

На даний час у світовому агровиробництві вже використовуються ряд технологій, що пов'язанні із космічними системами. Як приклад можна розглянути деякі із них.

Технологія SolumScire (<https://www.agricircle.com>) –дозволяє встановити динаміку вмісту поживних речовин на полях протягом поточного року. Знімок завантажується із супутника або безпілотною літаком у форматі GeoTiff (рис. 3). На підставі даних отриманих в результаті аналізу знімка, поля розділяються на зони з ґрунтом, що має схожі характеристики.

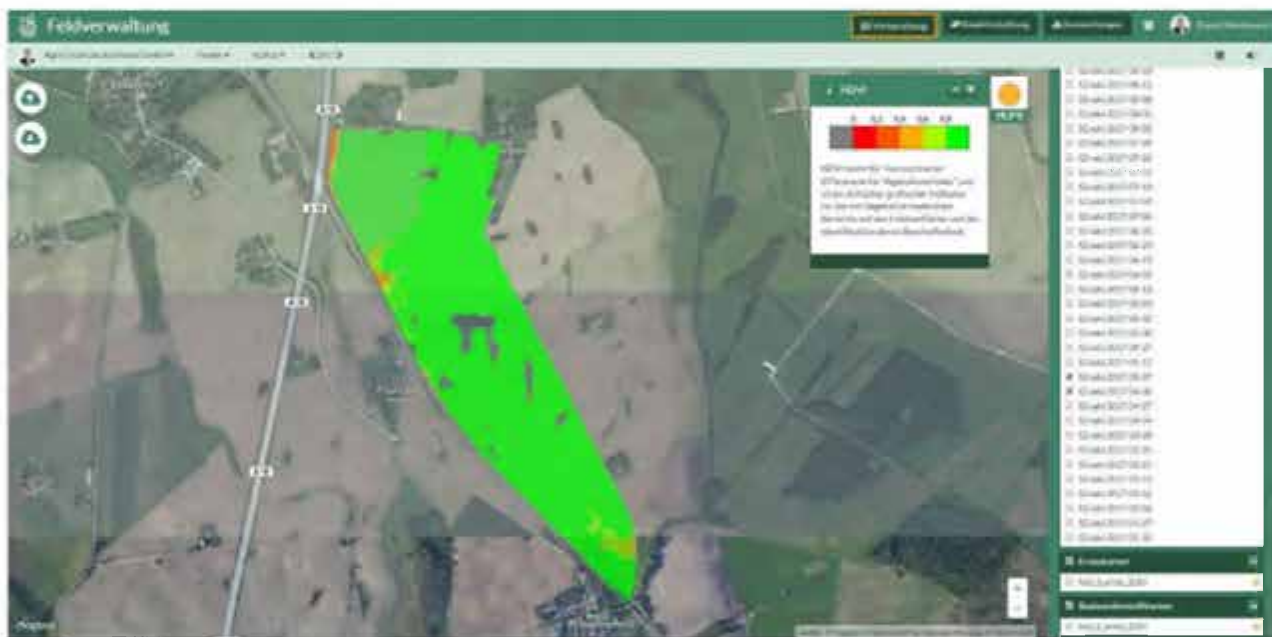


Рис. 3. Візуалізація вмісту поживних речовин за допомогою технології SolumScire (<https://www.agricircle.com/en/index>).

Ці ґрунтові зони дозволяють автоматично згенерувати точки відбору проб ґрунту та дозволяють виконати геореференцію зібраних даних. Зібрані проби аналізують лабораторними методами для уточнення супутникових даних. Потім загальна картина уточнюється за допомогою безпілотних літальних апаратів. Наявність цієї інформації дозволяє встановити потрібну кількість поживних речовин, способи захисту врожаю, кількість використаного насіння та способи і

інтенсивність обробітку ґрунту у відповідних польових зонах. Також можливо по отриманих даних оптимізувати маршрути руху аграрної техніки (рис. 4).

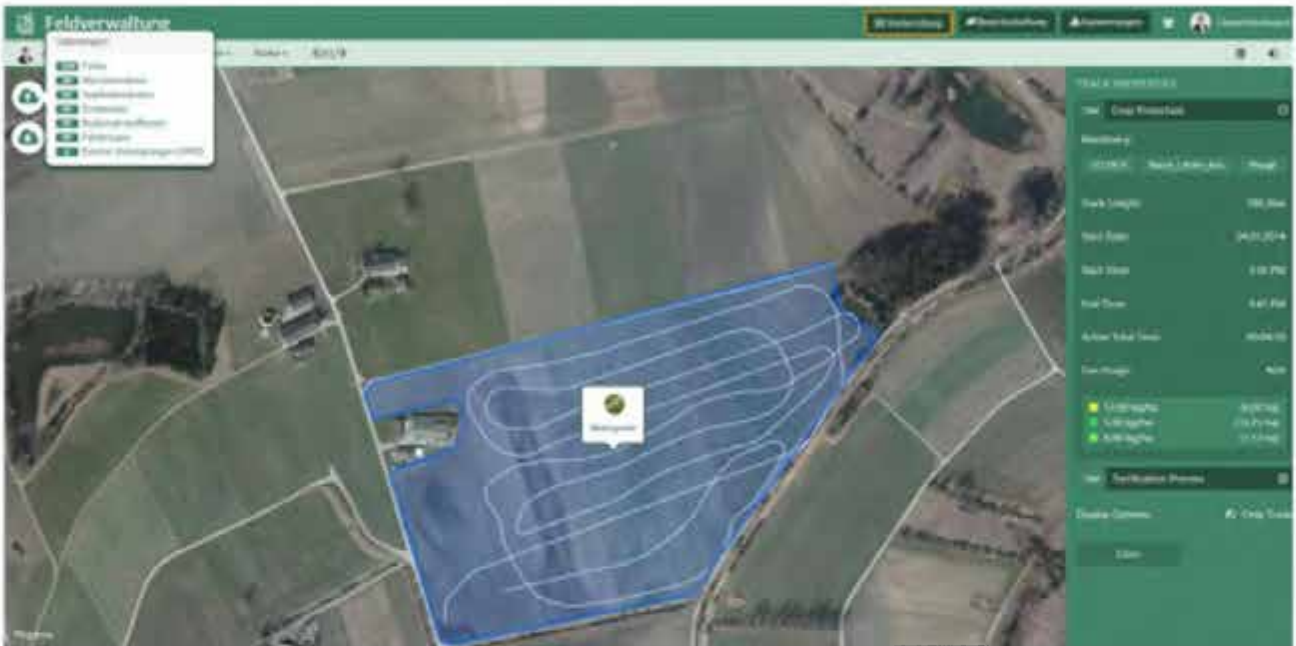


Рис. 4. Візуалізація руху техніки допомогою технології SolumScire (<https://www.agricircle.com/en/index>).

Технологія Grapelook (<https://gis.elsenburg.com/apps/cfm/>; <https://www.fruitlook.co.za>) сприяє оптимізації зрошувальних водних ресурсів та застосування добрив. Зокрема, допомагає зменшити витрати добрив та підвищує ефективність використання води на виноградниках у Південній Африці (рис. 5). Це відбувається завдяки використанню супутникових даних, супутникового зв'язку та супутникової навігації для моніторингу загального споживання воли та добрив.

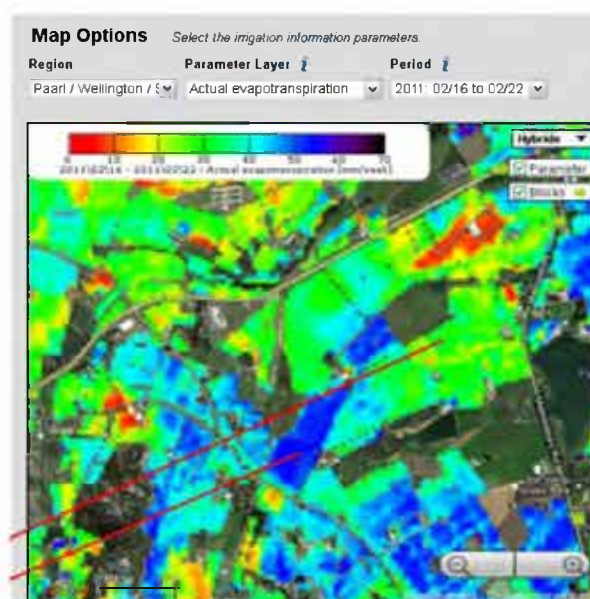


Рис. 5. Моніторинг наявності вологи за технологією Grapelook ([https://business.esa.int/sites/default/files/IAC-Grapelook\\_version1-0\\_ob.pdf](https://business.esa.int/sites/default/files/IAC-Grapelook_version1-0_ob.pdf)).

Технологія Greenspin Agri Planet (<https://www.greenspin.de/>) дозволяє на основі космічних даних у поєднанні із даними отриманими із безпілотних літальних апаратів виконувати прогнозування якості та урожайності аграрних культур (рис. 6).



Рис. 6. Прогнозування урожайності за допомогою Greenspin ([https://www.ovh.co.uk/images/news/2355/mofato\\_at\\_work.png](https://www.ovh.co.uk/images/news/2355/mofato_at_work.png)).

Технології точного землеробства Agriloc (<http://www.agriloc.de>) дозволяють на основі супутникових даних (рис. 7) та використання інформації від глобальних навігаційних супутникових систем оптимізувати виробничі процеси зменшивши при цьому витрати та вплив на навколишнє середовище.

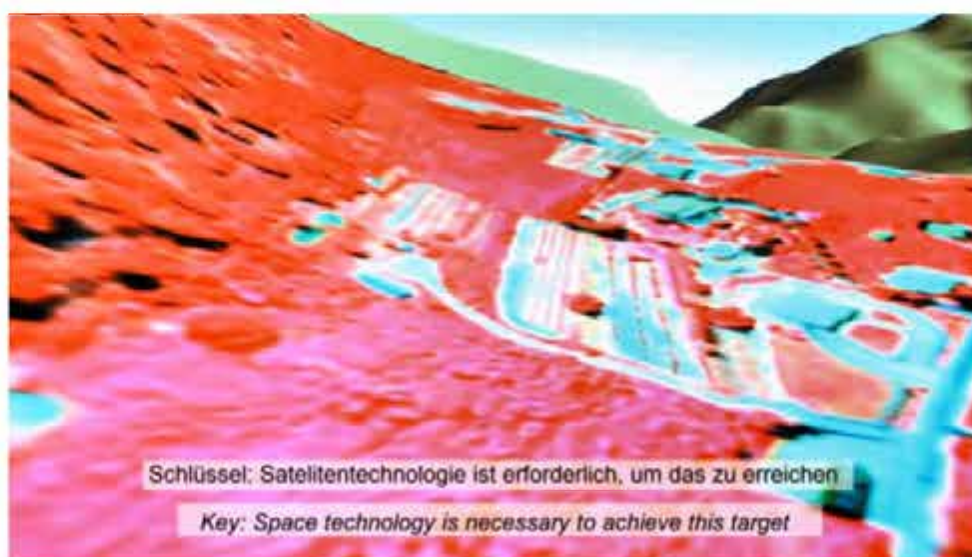


Рис. 7. Візуалізація поверхні поля за технологією Agriloc (<http://www.agriloc.de>).

Очевидно що використання космічних технологій в агровиробництві набуло широкого розповсюдження у всьому світі. Зважаючи, що Україна є ваговою фігурою на полі світового агровиробництва важливою є розробка і використання власних технологій використання космічних систем.

Зокрема на базі Житомирського національного агроекологічного університету створено інноваційно-космічний кластер «Полісся» (рис. 8).



Рис. 8. Структура інноваційно-космічного кластеру «Полісся».

В склад кластеру входять системи прийому супутникових даних:

- пункт прийому інформації малої роздільної здатності в метровому діапазоні хвиль;
- пункт прийому інформації середньої роздільної здатності на базі антенної системи діаметром 2,5 м (рис. 9);
- пункт прийому інформації середньої роздільної здатності на базі командно-вимірювальної системи «Фазан» з діаметром дзеркала 5 м (рис. 10).

Пункт прийому інформації середньої роздільної здатності на базі антенної системи діаметром 2,5 м забезпечує супроводження космічних апаратів, які знаходяться на орбітах з висотою 600-800 км.

Планується використовувати для отримання інформації з КА ДЗЗ TERRA, AQUA, NOAA та ін. в L-діапазоні радіохвиль (1,7 ГГц) (рис. 11).

Отримана інформація дозволить уточнити регіональний прогноз погоди, провести моніторинг можливих стихійних явищ, спрогнозувати їх вплив на урожай та спланувати можливі запобіжні заходи.





Рис. 9. Пункт прийому інформації середньої роздільної здатності на базі антенної системи діаметром 2,5 м.



Рис. 10. Пункт прийому інформації середньої роздільної здатності на базі командно-вимірювальної системи «Фазан» з діаметром дзеркала 5 м.

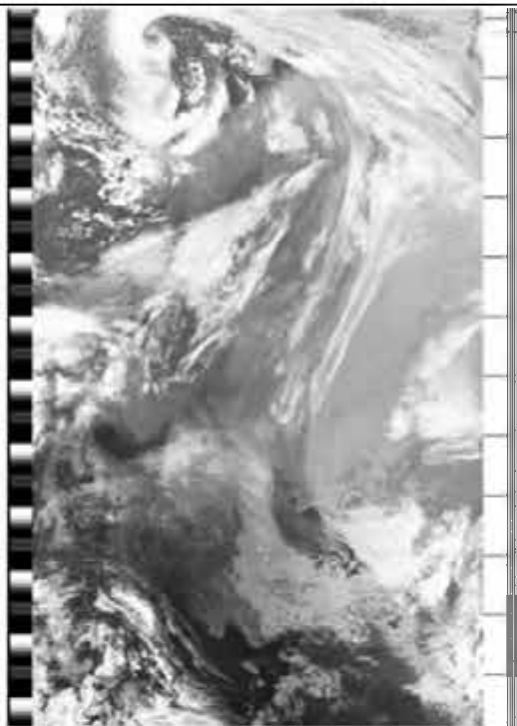


Рис. 11. Інформація отримана із космічного апарату NOAA – 19.



Рис. 12. Інформація отримана із космічного апарату MODIS-TERRA.

Пункт прийому інформації середньої роздільної здатності на базі командно-вимірювальної системи «Фазан» з діаметром дзеркала 5 м. забезпечує супроводження космічних апаратів, які знаходяться на орбітах з висотою 600-800 км. Планується використовувати для отримання інформації з КА ДЗЗ MODIS-TERRA, AQUA, NOAA та ін. в X-діпазоні радіохвиль (8,2 ГГц) (рис. 12). Завдяки високому енергетичному потенціалу, після проведення модернізації, комплекс дозволить здійснювати прийом інформації з космічних апаратів з високим просторовим розрізненням (рис. 13).



Рис. 13. Космічний знімок із високим просторовим розрізненням оброблений за допомогою програмного комплексу ArcGis (<https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?layers=8fc23ca40523448f9cf0b66e4a411003>).

Для ефективного використання космічних технологій в агровиробництві необхідно виконати ряд завдань. Зокрема, це:

- створення необхідної апаратно-технічної бази;
- створення, чи адаптація уже існуючого програмного забезпечення до умов аграрного виробництва та створення відповідних баз даних;
- налагодження системи обміну інформацією між науковими та інженерними інституціями;
- підготовка фахівців відповідної кваліфікації.

Всі ці завдання можливо вирішити в структурі інноваційно-космічного кластеру «Полісся», основними завданнями якого є:

1. Створення регіональних систем дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) і забезпечення системного отримання даних ДЗЗ для задоволення регіональних потреб у сфері безпеки, агропромислового виробництва, земельних відносин, природокористування, розвитку територій, будівництва та інженерних досліджень, екологічного моніторингу, моніторингу надзвичайних ситуацій.

2. Створення регіональних систем інформаційного забезпечення і моніторингу для нової моделі управління регіоном на платформі геоінформаційної системи ArcGIS.

3. Організація проведення комплексних науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, створення та трансфер сучасних технологій використання космічної інформації відповідно до потреб держави у сферах інформаційної, екологічної та продовольчої безпеки; автоматизованої обробки інформації та інформаційно-аналітичної роботи; оперативного управління у сфері транспорту, енергетики тощо.

4. Інтегрування у державні, європейські та світові проекти (програми) у сфері космосу і космічних технологій, сприяння реалізації відповідних міжнародних і національних науково-освітніх, технологічних та культурних проектів.