

## ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ОЦІНКИ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ АГРОГЕОСИСТЕМ

*І.О. Новаковська,  
доктор економічних наук, завідувачка кафедри землеустрою та кадастру  
Національний авіаційний університет (м. Київ, Україна)  
e-mail: novmailll@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1473-7543>*

*П.Ф. Жолкевський,  
кандидат економічних наук, доцент кафедри землеустрою та кадастру  
Національний авіаційний університет (м. Київ, Україна)  
e-mail: vishagi@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6854-7828>*

*Н.Ф. Іщенко,  
старший викладач кафедри землеустрою та кадастру  
Національний авіаційний університет (м. Київ, Україна)  
e-mail: nataliaischenko@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3745-9742>*

Досліджено стан навколишнього природного середовища за умов застосування інформаційних систем, що ґрунтуються на досягненнях геоінформаційних технологій та даних аерокосмічних і наземних спостережень. Проаналізовано поняття агроєкосистем та встановлено їх головну функцію, яка полягає у виробництві харчових продуктів, рослинної і тваринної сировини для легкої і харчової промисловості. Розглянуто проблеми створення картографічних матеріалів для відображення агроєкосистем в інформаційному полі. Запропоновано розробити критерії щодо економічної та екологічної оцінки стану агроєкосистем, а також поведінки суспільства при використанні природних ресурсів. Визначено економічні та екологічні критерії оцінки територіальних агроєкосистем. Сформовано структурні, функціональні і генетичні ознаки, що притаманні агроєкосистемам. Розглянуто структурну організацію агроєкосистем, що викликає значні зміни таких показників, як стійкість та надійність. Визначено новий напрям в геодезії — економіко-екологічного картографування, де роль тематичних карт як інструменту контролю значно зростає. При цьому можна говорити про створення комплексних економіко-екологічних карт, серії тематичних карт, комплексних атласів тощо. Визначено роль космічної фотоінформації при вивченні картографування природних ресурсів та явищ. Виділено тематичні завдання для топографо-геодезичного забезпечення еколого-економічної оцінки територіальних агроєкосистем, які можуть слугувати основою для класифікації космічних апаратів та дистанційного зондування Землі. Доведено, що топографо-геодезичне забезпечення еколого-економічної оцінки територіальних агроєкосистем має ґрунтуватись на сучасних технологіях збирання та обробки геопросторової топографо-геодезичної інформації про агроєкосистеми, регулярно поновлюватись, а також забезпечувати достовірність інформації, точність відображення просторового положення всіх елементів агроєкосистем. Наведено основні етапи топографо-геодезичного забезпечення еколого-економічної оцінки територіальних агроєкосистем.

**Ключові слова:** геосистеми, ГІС-забезпечення, дистанційне зондування Землі, геопросторові дані, картографування.

### ВСТУП

Сучасний етап інформаційного розвитку суспільства вирізняється процесами глобалізації та активним застосуванням досягнень інформатики й обчислювальної техніки з метою розв'язання актуальних економічних і екологічних проблем задля забезпечення сталого розвитку природокористування.

Прийняття збалансованих управлінських рішень щодо стану довкілля, основних тенденцій його змін, що зумовлені природними, соціальними та економічними чинниками потребує

достовірної і своєчасної інформації. Нині одним із ефективних напрямів розв'язання вказаної проблеми є створення інформаційних систем, які ґрунтуються на сучасних геоінформаційних технологіях і використанні даних аерокосмічних та наземних спостережень. Та обсяг необхідної топографо-геодезичної інформації надзвичайно великий і різноманітний, а для відображення агроєкосистеми в їх інформаційному полі необхідно створювати різноманітні картографічні матеріали. Тому продовження

досліджень цих питань залишається і надалі актуальним.

**Мета статті** — охарактеризувати ознаки притаманні агрогеосистемам, економічні та екологічні критерії оцінки, а також визначити основні етапи топографо-геодезичного забезпечення економічної оцінки.

## АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

На сьогодні дослідженню топографо-геодезичного забезпечення присвячено роботи І. Тривого, О. Дорожинського, Ю. Карпінського. Проте вони стосуються нормативно-правової бази. Роботи О. Адаменка, В. Бокова, М. Гродзинського стосуються розвитку техногенних геосистем. Тому науковий напрям та розробка топографо-геодезичного забезпечення еколого-економічної оцінки територіальних саме агрогеосистем є доволі актуальним.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для здійснення дослідження агрогеосистем слугує аналіз інформації про землекористування і стан земного покриву. Крім того, використовується інформація дистанційного зондування для вивчення таких природних катастроф, як землетруси, повені, зсуви і осідання ґрунту. У сфері еколого-економічної оцінки територіальних агрогеосистем використано гранично допустимі стани природного середовища, які забезпечують стале функціонування суспільства.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Зважаючи на те, що обсяг необхідної топографо-геодезичної інформації надзвичайно великий та різноманітний для відображення агроекосистеми, потрібно створювати різноманітні картографічні матеріали у сфері еколого-економічної оцінки територіальних агрогеосистем. У зв'язку з цим надзвичайно важливим є розробка критеріїв оцінки стану агрогеосистем та розробка відповідної поведінки суспільства при використанні природних ресурсів, що потребує розробки нових підходів і методів, які б дали змогу досліджувати територіальні агрогеосистеми.

Одним із важливих компонентів цього дослідження є топографо-геодезична інформація, яка повинна об'єктивно висвітлювати стан об'єктів агрогеосистеми та їх взаємозв'язок. Варто зауважити, що необхідність створення топографо-геодезичного забезпечення для отримання економічної та екологічної оцінки агрогеосистем зумовлено оцінкою впливу

господарської діяльності на агрогеосистеми, що полягає у виявленні рівня такого впливу, зокрема інтенсивності, масштабу, специфіки, у тому числі виду впливу — біологічне, хімічне, фізичне, і характеру — баланс речовини й енергії, а також дослідження концептуальних підходів та вимог до топографо-геодезичного забезпечення еколого-економічної оцінки територіальних агрогеосистем.

Перехід суспільства від пристосування до цілеспрямованого перетворення природи і ландшафтів призвів до всебічного та інтенсивного використання земельних та інших видів ресурсів, а також істотно змінив вплив діяльності людини на навколишнє природне середовище. Нині нераціональне природокористування та надмірна і неконтрольована господарська діяльність стають причиною порушення взаємозв'язків у геосистемах, спричиняють посилення несприятливих географічних процесів, призводять до деградації природних компонентів та зменшують продуктивність природних ресурсів. Як наслідок, сучасна територіальна структура землекористування не відповідає вимогам збалансованого розвитку і нормам відновлення земельних ресурсів, оскільки наслідок — антропогенний вплив значною мірою перешкоджає процесам саморегуляції і самоорганізації природних комплексів [9].

Враховуючи ймовірність зростання антропогенного навантаження на агрогеосистеми, що обумовлено необхідністю задоволення зростаючих потреб у харчових продуктах і сировині, розвитку інфраструктури, очевидно є потреба у забезпеченні їх в екологічній безпеці, що досягається завдяки ефективному управлінні ними, передусім враховуючи реконструкцію та оптимізацію, тісний взаємозв'язок між інвестиційними, інтеграційними, соціально-економічними, економіко-екологічними, антикризовими, цивілізаційними процесами у суспільстві [7, 15].

Агрогеосистеми мають усі властивості, надані територіальним системам, з яких найважливішими є цілісність, структурність, автономність, територіальність (географічність), динамічність, функціональність, керованість і стійкість, вирізняються визначеними структурними, функціональними та генетичними ознаками, зокрема:

- 1) однорідністю зональних і азональних природних умов;
- 2) подібним характером використання сільськогосподарських земель;
- 3) приблизно рівною кількістю додатково одержуваної антропогенної енергії;
- 4) однаковою продуктивністю агроценозів (в енергетичному і вартісному вираженні);

5) аналогічною спеціалізацією сільського господарства і рівнем інтенсивності виробництва;

6) однотиповою історією освоєння і перспективами розвитку;

7) приблизно рівною часткою, що відчувається, (товарної) продукції в енергетичних і вартісних показниках;

8) подібним характером екологічних проблем розвитку сільського господарства [10].

Нині простежується порушення структурної організації в агрогеосистемах, що викликає значні зміни таких показників, як стійкість та надійність. Для агрогеосистем велике значення має розміщення її компонентів у просторі стосовно центрів переробки і споживання продукції, транспортних шляхів, трудових ресурсів, енергетичних баз. Ці територіальні фактори багато в чому визначають ефективність сільськогосподарського виробництва, економічну стійкість функціонування агрогеосистем. Територіальна прив'язка різних компонентів агрогеосистем до природних типів земель є найважливішою передумовою ефективності використання земельних ресурсів у межах природних агрогеосистем. Кожен елемент агрогеосистеми має різний час релаксації (самовідновлення до вихідного стану), що, як правило, довше відбувається в природних комплексах. У результаті для усунення негативних наслідків цих домінуючих впливів на природні агрогеосистеми потрібно значний часовий відрізок. Зміна динаміки агрогеосистем виражається у змінах як у часі, так і в просторі. Зовнішні кількісні зміни агрогеосистем у часі виявляються в рості об'єкта дослідження по вертикалі (інтенсифікація сільськогосподарського виробництва) і по горизонталі (екстенсивний шлях розвитку сільського господарства).

Оскільки агрогеосистема розглядається нами як природна і господарська територіальна система різного ієрархічного рівня, головна функція яких полягає у виробництві харчових продуктів, рослинної і тваринної сировини для легкої і харчової промисловості, можемо зазначити, що на певному етапі розвитку може наступити невідповідність територіальної і функціональної структури природних і господарських агрогеосистем. У результаті чого відбувається зміна якості і ця рівновага порушується, як наслідок — система переходить на новий рівень або приймає якісно іншу форму. Такий процес є керованим і може мати як позитивний, так і негативний характер.

Якщо у першому випадку при посиленні впливу і переході на якісно новий рівень зберігаються економічні й екологічні критерії оптимального функціонування агрогеосистем,

то в другому випадку відбувається руйнування внутрішніх зв'язків, що призводить до виникнення несприятливих екологічних процесів, і система деградує. Як наслідок один і той самий вид сільськогосподарської діяльності в різних природних ландшафтах призведе до різних екологічних і економічних наслідків [5].

У контексті зазначеного вище важливим питанням є розробка й обґрунтування критеріїв стійкості функціонування агрогеосистем як економічних, так і екологічних.

До економічних критеріїв можемо віднести порівняння продуктивності агроценозів і виробничих витрат при тих чи інших способах організації господарства, а також дані економічної оцінки земель та раціональність використання земельних ресурсів.

До екологічних критеріїв відносяться загальна біологічна продуктивність агрофітоценозів; частка відчужуваної частини біологічної продукції у всій сільськогосподарській продукції; вміст гумусу і мінеральних елементів у ґрунті, частка земель, підданих несприятливим екологічним процесам (дегуміфікації, засоленню, заболочуванню тощо).

Для кількісної характеристики техногенного впливу сільського господарства на навколишнє середовище доцільно використовувати сумарний оціночний показник — екологічний потенціал території. Комплексна оцінка якого проводиться з урахуванням соціально-економічних показників, первинних і вторинних біоценозів.

Значна частина цих проблем потребує картографічного виразу. Тому останнім часом велику увагу приділяють розробці карт з новим екологічним та економічним змістом [13].

Для забезпечення екологічного моніторингу необхідно природу і економіку розглядати як єдину систему взаємозалежних компонентів, тобто мова йде про формування особливого, на відміну від традиційного, фактично нового напрямку в геодезії — економіко-екологічного картографування, де роль тематичних карт як інструменту контролю значно зростає. При цьому можна говорити про створення комплексних економіко-екологічних карт, серії тематичних карт, комплексних атласів тощо. Однак, враховуючи наявні можливості сьогодення, доцільно акцентувати увагу на такому напрямі тематичного картографування, як створення серії спеціальних карт. На відміну від існуючих загальноекономічних карт серія запропонованих карт має низку переваг, а саме: для них характерна велика інформативність, доступність для різнопрофільних спеціалістів, тематична диференціація [14].

На тематичних картах екологічні аспекти повинні бути представлені найбільш харак-

терними показниками, які розкривають економіко-екологічні зв'язки. Сюди можна віднести: територіальні об'єкти, які піддаються забрудненню (ліси, води, поселення, угіддя); об'єкти-забруднювачі (промислові, транспортні, сільськогосподарські); заповідні та охоронні території; об'єкти контролю за якістю довкілля. Важливо акцентувати увагу на сільськогосподарських землях, рекреаційних зонах, територіях зі складною гідроекологічною ситуацією, ореолах забруднення, зокрема площинного, місцях скиду стічних вод, ставках-накопичувачах, звалищах тощо. Результати, отримані в процесі цих робіт, дають можливість визначити критерії еколого-економічної оцінки, що дуже важливо з точки зору подальшого прийняття рішень з попередження негативних тенденцій.

Надзвичайно важливим є виділення зон радіаційної небезпеки і радіаційного забруднення (АЕС, полігони, відкриті кар'єри тощо). Поряд з цим відображаються медико-географічні умови території з урахуванням комплексу техногенних факторів, які впливають на здоров'я людей.

З призначенням усі регіональні еколого-економічні карти повинні бути оперативно-господарськими, тому важливою є розробка системи їх оновлення з урахуванням накопичення інформації та її оперативного графічного виразу. З цією метою необхідно використовувати автоматизовані системи картографування [11].

Варто наголосити на важливості і значній ролі космічної інформації при економіко-екологічному картографуванні й оцінці території.

Вивчення і картографування еколого-економічних процесів на основі космічної інформації являє собою розділ комплексного тематичного картографування, перший етап якого передбачає створення інвентаризаційних карт, які відображають природно-економічні умови і сучасний стан природних ресурсів території, що вивчається. Результати цього етапу дають підстави для розробки методики створення карт, динаміки еколого-економічних процесів і їх систематичного картографічного моніторингу [4].

Особливо цінною є космічна інформація для накопичення фактичного матеріалу про зміни довкілля. Крім того, без цієї інформації дуже важко систематично відслідкувати зміни у стані навколишнього середовища з метою прогнозування можливих її змін у майбутньому, науково обґрунтовувати перспективи господарської діяльності і раціонального використання природних ресурсів.

Роль космічної фотоінформації дуже важлива при вивченні і картографуванні природ-

них ресурсів та явищ, які призводять до тих чи інших змін довкілля (заболочування, засолення земель, зсуви, карст, ерозія, підтоплення тощо).

Області застосування космічних знімків для дослідження агрогеосистем можемо розділити на п'ять загальних категорій, а саме:

- використання космознімку як найпростішої карти або, точніше, основи, на яку можна наносити дані з інших джерел за відсутності більш точних карт, що відображають сучасний стан агрогеосистеми;
- встановлення просторових меж і структури об'єктів для визначення їх розмірів і вимірювання відповідних площ;
- інвентаризація просторових об'єктів на певній території;
- оцінка стану території;
- кількісна оцінка деяких властивостей земної поверхні [3].

Незважаючи на свою нетривалу історію розвитку, дистанційне зондування Землі (ДЗЗ) вже має багатий арсенал методів одержання аерокосмічної інформації. Формування цього арсеналу стало наслідком наполегливого прагнення до підвищення інформативності зображень, як основного джерела про об'єкти досліджень. При цьому переслідувалися декілька цілей:

- збільшення просторової і спектральної роздільної здатності зображень;
- розширення зони обстеження;
- забезпечення високих фотографічних, фотометричних і фотограмметричних якостей зображень [2].

Дистанційні методи висувають до апаратури космічного базування вимоги з розрізнення, які набагато перевищують параметри зорової системи людини.

Реалізація перерахованих цілей приводить до виникнення суперечливих вимог і необхідності розробки компромісних рішень, які додатково ускладнюються особливостями створення та експлуатації космічних платформ, де розміщується фотознімальна апаратура. Наприклад, при збільшенні фокусної відстані можна отримати підвищення роздільної здатності знімальної системи та збільшення масштабу зображень, однак довгофокусний об'єктив має мале поле зору і не забезпечує значного обстеження земної поверхні. Крім того, довгофокусний фотоапарат має більшу масу, габарити, енергоспоживання, збільшену кількість рухомих елементів у процесі функціонування. А все це потребує відповідного зростання вимог до ракети-носія, службових систем супутника, запасів робочого тіла на борту, необхідності забезпечення зворотного вантажопотоку тощо.



Підвищити роздільну здатність зображення при певній величині фокусної відстані об'єктива фотоапарату можна зменшенням висоти польоту супутника, однак це призведе до звуження смуги обслідування, скорочення терміну існування космічного апарату або до необхідності частих корекцій орбіти через вмикання двигунів [6, 8].

Отже, значна кількість задач, розв'язуваних космічною фотозйомкою, та їх суперечливий характер викликають необхідність використання різних типів фотоапаратів, комплексування їх на борту одного супутника або застосування декількох типів супутників.

Сучасний навколосезний простір нараховує понад тисячі діючих космічних апаратів різного призначення та державної належності. Серед них близько сотні космічних апаратів ДЗЗ та ще більше метеорологічних й геодезичних космічних апаратів (КА) і КА видової розвідки, що формують іконічну інформацію методами ДЗЗ. У науковій та спеціальній технічній літературі використовуються різні назви і визначення таких космічних апаратів, що спричиняє неоднозначне їх тлумачення. На сьогодні, на жаль, не існує нормативно визначеної класифікації космічних апаратів (систем) ДЗЗ, а класифікація здебільшого здійснюється за окремими ознаками.

Класифікація (лат. *classis* — «розряд» + *facere* — «робити») систем ДЗЗ — це розподілення їх на класи (підкласи, групи) на основі спільності однорідних суттєвих ознак (властивостей), що фіксує закономірні зв'язки між класами систем у відповідній галузі знань.

За визначенням Науково-технічного підкомітету Комітету ООН з космосу, ДЗЗ — це спостереження й вимір енергетичних і поляризаційних характеристик власного та відбитого випромінювання елементів суші, океану й атмосфери Землі в різних діапазонах, що сприяють опису розташування, характеру і часової мінливості природних параметрів та явищ, природних ресурсів Землі, навколишнього середовища, а також антропогенних об'єктів і утворень [1, 2].

З наведеного визначення витікає, що методи й засоби ДЗЗ мають різні класифікації: за спектральним діапазоном використовуваного електро-магнітного випромінювання (ЕМВ); за типом сигналу, що реєструється; за параметрами зображень; за характеристиками носіїв апаратури зйомки та її параметрів тощо. Геометричні параметри зображень та характеристики огляду визначально залежать від параметрів траєкторії КА і характеристик його бортової апаратури зйомки.

Для забезпечення можливості здійснення зйомки в ДЗЗ знімальна апаратура встановлюється на носій, який піднімає її на потрібну висоту, переміщує відносно земної поверхні і забезпечує певне орієнтування в просторі.

За типом носіїв, що використовуються для систем ДЗЗ, їх поділяють на дві основні групи:

- *авіаційні* — літаки, гелікоптери, планери, мотодельтаплани, безпілотні літальні апарати, аеростати (дирижаблі та повітряні кулі);
- *космічні* — штучні супутники Землі та інших планет, орбітальні станції, міжпланетні апарати.

За будовою зображення системи ДЗЗ поділяють на два класи:

- *іконічні*, за допомогою яких будують зображення;
- *параметричні*, за допомогою яких можна одержувати певні характеристики місцевості.

У свою чергу, іконічні поділяються на:

1) системи з одночасною побудовою зображення та одночасним його записом. Типовим представником цієї групи є фотографічні камери;

2) системи з одночасною побудовою зображення і неоднотимним його записом. Зображення будується одночасно, а його реєстрація ведеться елементами електронної знімальної системи. У системах цього виду фактично сканується зображення;

3) системи з поелементною побудовою зображення і таким самим записом (сканувальні). До цієї групи належить апаратура, яка працює на принципі сканування об'єкта. Це широкий клас знімальних систем оптико-механічного, інфрачервоного, лазерного, радіотеплового та радіолокаційного сканування.

До фотографічних систем відносять традиційні засоби фотозйомки й новітні системи багатозональної або мультиспектральної зйомки з використанням оптико-електронних матриць на основі приладів із зарядовим зв'язком (ПЗЗ-матриць).

До нефотграфічних систем космічної зйомки відносять оптико-механічні та оптико-електронні сканери й радіолокатори бокового огляду. Такі системи здійснюють огляд земної поверхні через її послідовне сканування.

Радіолокаційні системи передбачають формування та випромінювання власного зондувального сигналу (сигналу опромінення об'єктів локації) й тому ще називаються активними. Інші системи ДЗЗ використовують власне природне випромінювання об'єктів й земної поверхні або відбите випромінювання природних

джерел (Сонця, перевипромінювання Місяця тощо) й називаються пасивними [5].

На теперішній час іконічна інформація ДЗЗ використовується для розв'язання близько трьохсот наукових, господарських й оборонних задач, однак узагальнення й всебічної класифікації космічних систем ДЗЗ за призначенням не існує.

Разом з тим, для топографо-геодезичного забезпечення еколого-економічної оцінки територіальних агрогеосистем можливо виділити тематичні завдання, що можуть бути основою класифікації КА ДЗЗ за призначенням:

- інвентаризації сільськогосподарських угідь, виділення та ідентифікації типів сільськогосподарських культур, прогнозування врожаїв, аналізу сільськогосподарського потенціалу;
- контролю глобальних атмосферних змін — вимірювання температури поверхні, визначення стану поверхні, визначення стану атмосфери, спостереження за хмарними покривами, дослідження «парникового ефекту»;
- пошуку корисних копалин та енергоносіїв (нафти, природного газу, вугілля);
- топографічного знімання, створення й оновлення карт, спостереження за зростанням населених пунктів, контролю за станом ґрунтів й пасовищ;
- спостереження прибережних зон і океанів, контролю водних джерел — вивчення й визначення океанських ресурсів, вимірювання товщини льоду, визначення снігового покриву та його водного еквівалента, виявлення місць і джерел забруднення акваторій [8].

## ВИСНОВКИ

Топографо-геодезичне забезпечення еколого-економічної оцінки територіальних агрогеосистем має ґрунтуватись на сучасних технологіях збирання та обробки геопросторової топографо-геодезичної інформації про агрогеосистему, яка повинна надаватись одночасно на значні території і регулярно поновлюватись,

при цьому повинна забезпечуватись її об'єктивність при збереженні необхідної точності відображення просторового положення всіх елементів агрогеосистем.

Основні етапи топографо-геодезичного забезпечення еколого-економічної оцінки територіальних агрогеосистем:

1. Широке впровадження програмно-технологічних засобів для візуалізації обробки та аналізу геопросторових даних з застосуванням ГІС-технологій;

2. Формування геоінформаційної бази топографо-геодезичних даних та іншої картографічної тематичної інформації різноголазубового спрямування в растровому та векторному вигляді різних масштабів;

3. Подальший розвиток програмно-технічних комплексів прийому та обробки аерокосмознімків;

4. Формування геоінформаційної бази даних дистанційного зондування землі з відповідною їх обробкою;

5. Впровадження програмно-технічного комплексу дистанційного дослідження ґрунтів у поєднанні із традиційними наземними методами, а також формування геоінформаційної бази даних показників якості ґрунтів, врожайності сільськогосподарських культур, ступеня деградації земель тощо.

Застосування розглянутого топографо-геодезичного забезпечення еколого-економічної оцінки територіальних агрогеосистем дає можливість отримувати оперативну і достовірну інформацію про їх стан як на регіональному рівні, так і по державі в цілому за рахунок:

- комплексного використання даних дистанційного зондування земної поверхні та традиційних ґрунтових обстежень для визначення сучасного стану агроландшафтів;
- використання серії різночастотних та різносезонних даних дистанційного зондування Землі для визначення динаміки показників якості ґрунтів (вміст гумусу, вологозапасу, забруднення, деградаційні процеси тощо).

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.

1. Даценко Л., Гончаренко О. Топографічне картографування. навч. пос. Київ, 2019. 88 с.
2. Дистанційне зондування землі з космосу: Терміни та визначення понять. ДСТУ 4220-2003. База даних «Законодавство України». ВР України. URL: <http://www.casre.kiev.ua/uk/achievements/standards/202-dstu-4220-2003> (дата звернення: 10.04.2020).
3. Іщенко Д.А., Машков О.А., Омельчук О.В., Пекарев В.Д. Прогностичний аналіз тенденцій використання космічних систем дистанційного зондування Землі для глобального моніторингу в інтересах національної безпеки. Вісник ЖДТУ. 2004. № 3 (30). С. 62–67.
4. Карпінський Ю., Лазоренко-Гевель Н. Методи збирання геопросторових даних для топографічного картографування. Львів: НУ «Львівська політехніка», 2018. I (35). С. 204–211.
5. Красовський Г.Я., Петросов В.А. Космічний моніторинг водних систем з використанням ГІС-технологій. Київ: Український інститут досліджень навколишнього середовища і ресурсів, 2002. 230 с.

6. Лялько В.І. Стан і перспективи розвитку аерокосмічних досліджень Землі в Україні. *Космічна наука і технологія*. 2002. №2/3. С. 29–35.
7. Новаковська І.О., Жолкевський П.Ф., Стецюк М.П., Іщенко Н.Ф. Методологічні особливості державного регулювання охоронних зон придорожніх смуг в Україні. *Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті*: Матеріали 8-ї Міжнар. наук.-техн. конф. Харків, 2019. С. 60–61.
8. Омельчук В.В., Пекарев В.Д., Омельчук О.В. Узагальнення класифікації космічних апаратів дистанційного зондування землі. *Вісник ЖДТУ*. 2006. №1 (36). С. 75–80.
9. Пласкальний В.В. Теоретико-прикладні основи визначення стану та оцінювання стійкості геосистем в умовах антропогенного тиску. *Вісник ХНУ імені Н.В. Каразіна*. 2014. № 1140. С. 83–89.
10. Приходько М. До теорії екологічної безпеки природних і антропогенних геосистем. *Конструктивна географія і геоecologia*. 2011. № 2. С. 179–186.
11. Світличний О.О., Плотницький С.В. Основи геоінформатики: навч. посіб.; за ред. О.О. Світличного. Суми: ВТД «Університетська книга», 2006. 295 с.
12. Скакальський О. Екологічний моніторинг у системі природоохоронної діяльності регіональної влади. *Державне управління та місцеве самоврядування*. 2015. № 4 (27). С. 153–162.
13. Тітова С.В., Дудун Т.В. Картографічні методи в екології: навч.-метод. посіб. Київ: Видавництво, 2015. 139 с.
14. Тітова С.В. Специфіка проведення оперативного моніторингу радіоекологічної ситуації. 2008. С. 159–169.
15. Novakovska I.O., Zholkevskiy P.F., Stetsiuk M.P. and Ishchenko N.F. Methodical peculiarities of state regulation of the wayside protective zones in Ukraine. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (MSE)*. 2019. № 708. DOI: [org/10.1088/1757-899X/708/1/012016](https://doi.org/10.1088/1757-899X/708/1/012016)

#### TOPOGRAPHIC AND GEODESIC SOFTWARE OF ECOLOGICAL AND ECONOMIC ESTIMATION OF TERRITORIAL AGROGEOSYSTEMS

I.O. Novakovska,

Doctor of Economics Science, Head of the Department of Land Management and Cadastre  
National Aviation University (Kyiv, Ukraine)

e-mail: [novmailll@ukr.net](mailto:novmailll@ukr.net); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1473-7543>

P.F. Zholkevskiy,

Candidate of Economics Science, Associate Professor of the Department  
of Land Management and Cadastre Department  
National Aviation University (Kyiv, Ukraine)

e-mail: [vishagi@ukr.net](mailto:vishagi@ukr.net); ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6854-7828>

N.F. Ishchenko,

Senior Lecturer at the Department of Land Management and Cadastre  
National Aviation University (Kyiv Ukraine)

e-mail: [nataliaischenko@ukr.net](mailto:nataliaischenko@ukr.net); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3745-9742>

*The state of the environment under the conditions of application of information systems based on the achievements of geoinformation technologies and data of aerospace and ground observations is studied. The concept of agroecosystems is analyzed and their main function is established, which is the production of food, plant and animal raw materials for light and food industries. Problems of creation of cartographic materials for display of agroecosystems in an information field are considered. It is proposed to develop criteria for economic and environmental assessment of agroecosystems, as well as the behavior of society in the use of natural resources. Economic and ecological criteria for assessment of territorial agroecosystems are determined. The structural, functional and genetic features inherent in agroecosystems are formed. The structural organization of agroecosystems is considered, which causes significant changes in such indicators as sustainability and reliability. A new direction in geodesy is identified — economic and ecological mapping, where the role of thematic maps as a control tool is growing significantly. Thus it is possible to speak about creation of complex economic and ecological maps, a series of thematic maps, complex atlases, etc. The role of space photoinformation in the study of mapping of natural resources and phenomena is determined. Thematic tasks for topographic and geodetic support of ecological and economic assessment of territorial agroecosystems, which can serve as a basis for the classification of spacecraft and remote sensing of the Earth. It is proved that topographic and geodetic support of ecological and economic assessment of territorial agroecosystems should be based on modern technologies of collecting and processing geospatial topographic and geodetic information about agroecosystems, regularly updated, as well as to ensure the reliability of information, accuracy of spatial elements. The main stages of topographic and geodetic support of ecological and economic assessment of territorial agroecosystems are given.*

**Keywords:** geosystems, GIS support, remote sensing of the Earth, geospatial data, mapping.

## REFERENCES

1. Datsenko, L., Honcharenko, O. Topographic mapping (2019). [Topohrafichne kartohrafovannya navchal'nyy posibnyk ]. Kyiv, 88 p [In Ukrainian].
2. Remote sensing of the earth from space: Terms and definitions. DSTU 4220-2003. (2003). Data base «Legislation of Ukraine» [Dystantsiynе zonduvannya zemli z kosmosu: Terminy ta vyznachennya ponyat. DSTU 4220-2003. URL: <http://www.casre.kiev.ua/uk/achievements/standards/202-дсту-4220-2003> (date of accesse: 10.04.2020) [In Ukrainian].
3. Ishchenko, D.A., Mashkov, O.A., Omelchuk, O.V., Pekarev, V.D. (2004). *Predictive analysis of trends in the use of space remote sensing systems for global monitoring in the interests of national security*. [Prohnosytichnyy analiz tendentsiy vykorystannya kosmichnykh system dystantsiynoho zonduvannya Zemli dlya hlobal'noho monitorynhu v interesakh natsional'noyi bezpeky], Bulletin of ZhSTU. (pp. 62–67) [In Ukrainian].
4. Karpinsky, Yu., Lazorenko-Hevel, N. (2018). *Methods of collecting geospatial data for topographic mapping*. [Metody zbyrannya heoprostorovykh danykh dlya topohrafichnoho kartohrafovannya.]. Lviv: Lviv Polytechnic National University. (pp. 204–211) [In Ukrainian].
5. Krasovsky, G.Ya., Petrosov, V.A. (2002). *Space monitoring of water systems using GIS technologies*. [Kosmichnyy monitorynh vodnykh system z vykorystannyam HIS-tekhnologiy], Kyiv: Ukrainian Institute for Environmental and Resource Research, 230 p [In Ukrainian].
6. Lyalko, V.I. (2002). *State and prospects of development of aerospace research of the Earth in Ukraine*. [Stan i perspektyvy rozvytku aerokosmichnykh doslidzhen Zemli v Ukrayini.] Space science and technology. (pp. 29–35) [In Ukrainian].
7. Novakovska, I.O., Zholkevskiy, P.F., Stetsiuk, M.P. and Ishchenko N.F. (2019). *Methodical peculiarities of state regulation of the wayside protective zones in Ukraine*. [Metodolohichni osoblyvosti derzhavnogo rehulyuvannya okhoronnykh zon prydorozhnykh smuh v Ukrayini]. *Problems of reliability and durability of engineering structures and buildings on railway transport*: coll. materials ext. participant. (pp. 60–61) [In Ukrainian].
8. Omelchuk, V.V., Pekarev, V.D., Omelchuk, O.V. (2006). Generalization of the classification of spacecraft for remote sensing of the earth. [Uzahal'nennya klasyfikatsiyi kosmichnykh aparativ dystantsiynoho zonduvannya zemli] *Bulletin of ZhSTU*. (pp. 75–80) [In Ukrainian].
9. Plaskalny, V.V. (2014). Theoretical and applied bases of determination of a condition and estimation of stability of geosystems in the conditions of anthropogenic pressure. [Teoretyko-prykladni osnovy vyznachennya stanu ta otsynuyuvannya stiykosti heosystem v umovakh antropohennoho tysku]. *Bulletin of KhNU named after NV Karazina*. (pp. 83–89) [In Ukrainian].
10. Prykhodko, M. (2011). To the theory of ecological safety of natural and anthropogenic geosystems. [Do teoriyi ekolohichnoyi bezpeky pryrodnykh i antropohenykh heosystem]. *Konstruktivna heohrafiya i heoekolohiya*. (pp. 179–186) [In Ukrainian].
11. Svitlychny, O.O., Plotnytsky, S.V. (2006). *Fundamentals of geoinformatics*. [Osnovy heoinformatyky: navch. pos.; za red. O.O. Svitlychnoho]. Sumy: [In Ukrainian].
12. Skakalsky, O. (2015). Ecological monitoring in the system of environmental protection of regional authorities. [Ekolohichnyy monitorynh u systemi pryrodookhoronnoyi diyal'nosti rehionalnoyi vlady]. *Public administration and local self-government*. (pp. 153–162) [In Ukrainian].
13. Titova, S.V., Dudun, T.V. (2015). *Cartographic methods in ecology*. [Kartohrafichni metody v ekolohiyi. navch.-metod. pos.]. Kyiv [In Ukrainian].
14. Titova, S.V. Specifics of operational monitoring of the radioecological situation. [Spetsyfika provedennya operatyvnoho monitorynhu radioekolohichnoyi sytuatsiyi]. (pp. 159–169) [In Ukrainian].
15. Novakovska, I.O., Zholkevskiy, P.F., Stetsiuk, M.P., Ishchenko, N.F. (2019). Methodical peculiarities of state regulation of the wayside protective zones in Ukraine. [Metodychni osoblyvosti derzhavnogo rehulyuvannya oboronnykh zakhysnykh zon v Ukrayini]. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (MSE)*. DOI: [org/10.1088/1757-899X/708/1/012016](https://doi.org/10.1088/1757-899X/708/1/012016) [In Ukrainian].

## ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

**Новаковська Ірина Олексіївна** — доктор економічних наук, завідувачка кафедри землеустрою та кадастру, Національного авіаційного університету [novmaill@ukr.net](mailto:novmaill@ukr.net); тел.: (044) 406-77-58; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1473-7543>;

**Жолкевський Петро Францевич** — кандидат економічних наук, доцент кафедри землеустрою та кадастру, Національного авіаційного університету (просп. Любомира Гузара, 1, м. Київ, 03058, Україна; e-mail: [vishagi@ukr.net](mailto:vishagi@ukr.net); тел.: (044) 406-77-58; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6854-7828>);

**Ищенко Наталія Федорівна** — старший викладач кафедри землеустрою та кадастру, Національного авіаційного університету (просп. Любомира Гузара, 1, м. Київ, 03058, Україна; e-mail: [nataliaischenko@ukr.net](mailto:nataliaischenko@ukr.net); тел.: (044) 406-77-58; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3745-9742>).