



[DOI 10.28925/2663-4023.2022.17.187197](https://doi.org/10.28925/2663-4023.2022.17.187197)

Голован Юрій Миронович

Аспірант

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, м. Київ

ORCID ID: 0000-0001-7050-9310

dirrecta@gmail.com

Курило Анатолій Васильович

Аспірант

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, м. Київ

ORCID ID: 0000-0002-6694-5117

comandor1505@gmail.com

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ КОМПЛЕКСНОГО МОНІТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ НА ОСНОВІ ДАНИХ АЕРОКОСМІЧНИХ І НАЗЕМНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Анотація. В статті розглянуто можливості, застосування геоінформаційних систем та систем дистанційного зондування земель при виявленні розвитку деградаційних процесів ґрунтового покриву. Використання супутникових технологій виявлення деградації ґрунтового покриву і своєчасного реагування на ці процеси вимагає своєчасної інформації та наявності бази даних. Система екологічної безпеки має на меті прогнозування та попередження надзвичайних ситуацій техногенно-екологічного характеру. Вона включає розробку моделей та алгоритмів прогнозування, а також розподілу ресурсів для вжиття невідкладних заходів у разі виникнення таких ситуацій, а також інформацію про потенційні небезпеки, ризики та можливі наслідки. З використанням геодезичного знімання та комп'ютерної обробки результатів знімання отримано координати планів земельних ділянок. Супутникові знімки використані для отримання даних про зміни в ґрунтовому покриві на великій площі і великому масштабі. Аерофотознімки виявляють дрібні зміни у структурі ґрунту, вказувати на ознаки ерозії або інших процесів деградації. Цифрові електронні карти місцевості надають географічну інформацію про територію, включаючи геологічні та геоморфологічні характеристики. Вони використовуються для сполучення інших даних, таких як супутникові знімки або аерофотознімки, та створення комплексного образу стану ґрунту. Вдосконалено метод фізико-хімічного аналізу проб ґрунтів і визначено залежності між станом забруднення ґрунтів окремими хімічними елементами та їх генезисом. Створення комп'ютерної бази даних і використання космічних знімків у поєднанні з іншими геоінформаційними технологіями дійсно дозволяє забезпечити ефективний моніторинг та аналіз деградації ґрунтового покриву та інших аграрних об'єктів.

Ключові слова: екологічний моніторинг, цифрові моделі, космічні знімки, картографування, екосистеми, спектральний діапазон.

ВСТУП

Антропогенне навантаження на довкілля визначається як будь-який негативний вплив людської діяльності на життєдіяльність екосистеми, який можна виміряти у числових показниках. Ці показники включають індекси забруднення атмосфери, водних ресурсів і земельних угідь. Для досягнення більшої об'єктивності використовують комплексний підхід, який поєднує польові спостереження, математичне моделювання і методи дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), використовуючи технології геоінформаційних систем (ГІС). Особлива увага приділяється впровадженню ДЗЗ/ГІС-технологій, оскільки методи дешифрування космічних знімків є універсальними, а використання цих можливостей дозволяє автоматизувати процес оцінки та прогнозування поточної екологічної ситуації у рамках спеціалізованих регіональних геоінформаційних систем.



Постановка проблеми.

Екологічний моніторинг є одним з компонентів системи збору даних про стан навколишнього середовища і природних ресурсів. На регіональному рівні створено інтегровану інформаційно-аналітичну систему органів управління, яка включатиме такі елементи: систему екологічного моніторингу, включаючи відомчий і міжвідомчий рівні;

комплекс інформаційних систем кадастрів окремих видів природних ресурсів, які інтегруються в регіональний кадастр природних ресурсів;

систему екологічної безпеки, яка дозволяє прогнозувати та попереджати надзвичайні ситуації техногенно-екологічного характеру.

Застосовано системний підхід, який враховує багато факторів пов'язаних з інформативністю екологічних систем, дискретністю підрозділів системи моніторингу довкілля тощо.

В ряді законів України, таких як «Про охорону земель», «Про моніторинг», «Про держаний контроль за використанням і охорони земель» йдеться про охорону тих земель, що потребують особливої уваги з боку держави, але виявленню їх сприяють дані ДЗЗ. При дослідженні можливостей супутникових технологій для виявлення процесів деградації ґрунтового покриву та своєчасного реагування на них для управління потрібна актуальна інформація. Для виявлення шкідливих процесів, що впливають на ґрунтовий покрив, потрібна база даних, яка постійно оновлюється, щоб відстежувати динаміку їх розвитку. Цей повний набір різних інформаційних джерел повинен бути доступним для управлінців на різних рівнях, включаючи місцеве самоврядування та органи контролю за використанням та охороною земель, для прийняття ефективних управлінських рішень.

Мета статті.

Для управління екологічною безпекою з використанням технологій ДЗЗ/ГІС визначаються різноманітні кількісні та інші засоби, які допомагають досягти поставленої мети. Головною метою цієї статті є розробка комплексної системи екологічного моніторингу довкілля на основі аналізу даних, отриманих з аерокосмічних та наземних досліджень.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

В Україні основними науковцями в області космічних досліджень ґрунтів являються: Лялько В.І.- спектральні характеристики рослинного покриву; [1] Попов М.О. - прогнозування врожайності зернових культур за багато спектральними даними ДЗЗ; [2] Трофимчук О.М., Красовський Г.Я., Калюх Ю.І., Греков Л.Д. [3] – космічний моніторинг забруднення земель; Панас Р.М. [4].

Для вирішення задач моніторингу території використовуються дані космічних зйомок у видимому (Visible), ближньому (Near Infrared, NIR), середньому (Short-Wave Infrared, SWIR) і далекому (Thermal Infrared, TIR) інфрачервоному діапазоні електромагнітного спектра. До сенсорів, що забезпечують збір даних теплових зйомок середньої просторової роздільної здатності, слід віднести ETM+ (супутник Landsat-7), ASTER (супутник Terra), TIRS (супутник Landsat-8), MODIS (супутники Terra, Aqua), AVHRR (супутники NOAA) та ін. Дані супутників застосовуються для вирішення задач температурного картографування: визначення температури земної поверхні; виявлення та картування промислових, сільськогосподарських і лісових пожеж; складання карт рослинного покриву і інші, теплові спостереження; моніторинг активних пожеж; кліматичні зміни в мегаполісах та ін. Ці технології орієнтовані на розробку програм та алгоритмів, які забезпечують обробку растрових зображень отриманих з космічних

зйомок. Вони включають методи сегментації, класифікації, фільтрації, покращення якості зображень та інші техніки обробки зображень.

Веб-технології візуалізації даних космічних зйомок дозволяють відображати та взаємодіяти з даними космічних зйомок у веб-середовищі. Вони включають розробку веб-додатків, інтерактивних карт, геопросторових інтерфейсів та інших інструментів для відображення та аналізу космічних знімків у зручному форматі для користувачів.

Інформаційні технології зберігання даних спрямовані на збереження та управління великими обсягами даних, отриманих з космічних зйомок. Вони включають розробку баз даних, хмарних систем зберігання, архівування даних та інші методи організації та забезпечення доступу до космічних знімків.

4. Інформаційні технології тематичної обробки даних космічних зйомок: Ці технології спрямовані на конкретну обробку та аналіз даних космічних зйомок для вирішення певних завдань.

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

Для збору інформації про стан території, яка досліджується (країна, регіон, місто), невід'ємною складовою є оперативний супутниковий контроль. Цей контроль включає управління природними ресурсами, вивчення динаміки природних процесів і явищ, аналіз причин екологічних забруднень, прогнозування можливих наслідків і вибір способів попередження надзвичайних ситуацій. Завдяки цій інформації можна приймати правильні і своєчасні управлінські рішення, що сприяють збереженню та ефективному використанню території. В наших дослідженнях розроблено алгоритм проведення екологічного моніторингу ґрунтів, який ліг в основу інформаційно-аналітичної системи Розглянемо більш докладно алгоритм цього процесу, представлений на рис. 1.

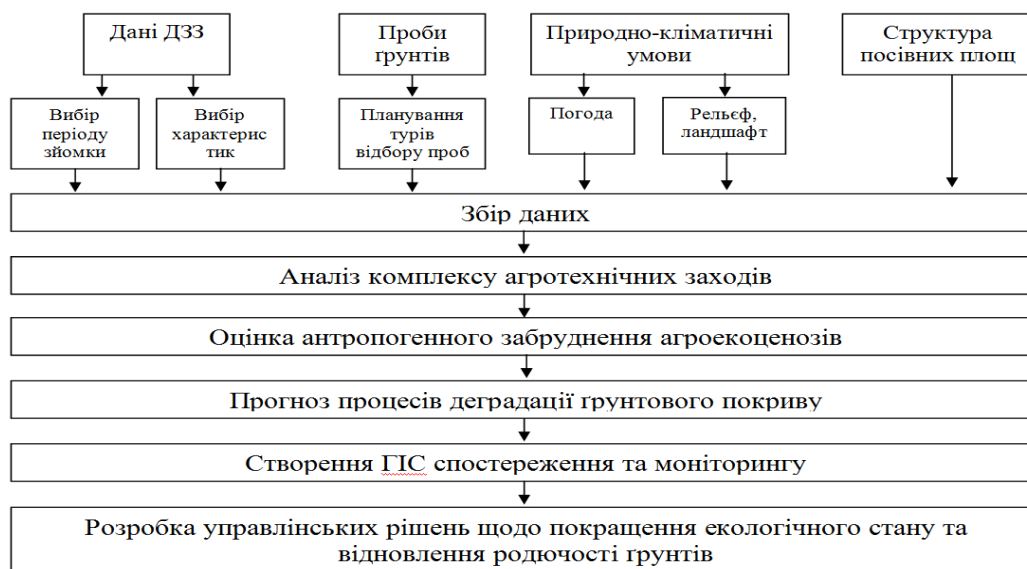


Рис. 1. Алгоритм проведення екологічного моніторингу ґрунтів

Концептуальна схема екологічного моніторингу сільськогосподарських угідь включає в себе наступні етапи:

1. Розробка і вдосконалення нормативно-правової бази, включаючи порядок здійснення державного моніторингу с/г угідь і порядок державного обліку показників їх



екологічного стану, а також методичних матеріалів з вимірювання та обробки даних моніторингу.

2. Підбір необхідних даних ДЗЗ їх дешифрування і картографування:

3. Підбір даних ДЗЗ. В залежності від площі с/г угідь, для здійснення комплексного моніторингу, необхідно використовувати супутникові дані.

4. Створення топографічної основи.

5. Створення цифрових карт с/г угідь.

6. Класифікація с/г угідь.

Визначення небезпеки полягає у виявленні і попередньому оцінюванні рівня небезпеки від різних елементів забруднення, які є характерними для конкретної території. Серед таких елементів можуть бути радіація певного типу, хімічні речовини, тверді частки (наприклад, цемент, азбест) та інші. Під час інвентаризації об'єктів та джерел небезпеки визначаються не лише джерела забруднення, а й шляхи, якими вони потрапляють у навколишнє середовище, зокрема до атмосфери, ґрунту, водойм, харчових продуктів або безпосередньо в організми. Це особливо важливо для організації подальшого ефективного моніторингу, без якого управління екологічною безпекою практично неможливе. Моделювання, використовуючи різні методи, такі як фізичні вимірювання, анкетування та побудова складних математичних моделей, дозволяє обґрунтувати вибір рецепторних точок для моніторингу. Саме на основі отриманих даних з цих рецепторних точок здійснюється управління відповідними процесами. Загальна кількість моніторингових точок зазвичай залежить від площі досліджуваної території, концентрацій та експозицій елементів забруднення на різних ділянках, а також від економічних можливостей контролюючої організації. Для оцінювання захворюваності та смертності, спричинених індивідуальною або сумарною дією елементів забруднення, які становлять небезпеку для здоров'я людини, рецепторні точки зазвичай диференціюються за критеріями канцерогенності. Цей етап вимагає знань та інформації, отриманих на попередніх етапах, а при потребі - додаткових досліджень. При оцінці ризиків, пов'язаних зі стаціонарними джерелами забруднення, цей процес може бути спланований для підприємств, розташованих як на контрольованій території, так і на прилеглих територіях, з урахуванням суб'єктів господарювання. Для подальшого ефективного управління результати досліджень повинні бути представлені у вигляді сумарних карт забруднення території та матриці канцерогенного впливу. В рамках передбачувального управління прогнозується стан геосистеми при різних навантаженнях, встановлюються норми дії і визначаються допустимі наслідки. Оперативне управління забезпечує контроль за відповідністю фактичного стану геосистеми нормативним характеристикам і підтримує заданий режим за допомогою різних технологічних процесів.

Оцінка невизначених ризиків, що включають похибку, здійснюється за допомогою показників, таких як коефіцієнт варіації, середньоквадратичне відхилення та довірчий інтервал. Ці показники дозволяють врахувати ступінь невизначеності і розподіл можливих значень ризиків. Організація ефективного управління геосистемами потребує наявності системи моніторингу, аналізу та передбачення їх стану. Це включає в себе збір даних про стан геосистем, оцінку ризиків, встановлення нормативних параметрів та вжиття заходів для забезпечення екологічної безпеки.

**РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ**

ДЗЗ/ГІС-технології можуть бути використані для управління екологічною безпекою шляхом визначення кількісних альтернативних та інших засобів, які допоможуть досягти поставленої мети. Один з показників, який використовується для класифікації територій у контексті управління екологічною безпекою, є відносний інтегральний індекс антропогенного навантаження на одиницю досліджуваної території. Цей показник враховує негативний вплив людської діяльності на життєдіяльність екосистеми і може бути виміряний кількісно. Антропогенне навантаження включає різні аспекти, такі як забруднення атмосферного повітря, водних ресурсів і земельних угідь. Інтегральні індекси забруднення цих компонентів можуть бути використані для оцінки рівня антропогенного навантаження на територію.

Дистанційне зондування Землі надає можливість збирати даних про стан навколишнього середовища, включаючи забруднення і зміни в екосистемах. Геоінформаційні системи дозволяють обробляти, аналізувати і візуалізувати ці дані для прийняття управлінських рішень з метою забезпечення екологічної безпеки. Впровадження ДЗЗ/ГІС-технологій має велике значення, оскільки методичний комплекс дешифрування космічних знімків є універсальним і дозволяє отримувати деталізовану інформацію про територію. Використання цих можливостей дозволяє автоматизувати процес оцінювання та прогнозування поточної екологічної ситуації в рамках спеціалізованих регіональних геоінформаційних систем. Інтеграція різних джерел даних, таких як польові спостереження, математичні моделі і космічні знімки, дозволяє отримати повнішу інформацію для аналізу та управління екологічною безпекою. Такий комплексний підхід дозволяє забезпечити більш точне і об'єктивне оцінювання стану навколишнього середовища, виявляти зміни в реальному часі і приймати обґрунтовані управлінські рішення для забезпечення екологічної безпеки. На рівні регіону важливо створювати інтегровану інформаційно-аналітичну систему органів управління, яка включає такі компоненти:

1. Система екологічного моніторингу: Ця система включає відомчі та міжвідомчі механізми збору, обробки і аналізу даних про стан навколишнього середовища. Вона дозволяє здійснювати постійне спостереження за параметрами повітря, води, ґрунту та інших компонентів навколишнього середовища. Інформація, отримана з моніторингових джерел, подається в централізовану базу даних для подальшого аналізу.

2. Комплекс інформаційних систем кадастрів природних ресурсів: Цей компонент включає розробку інформаційних систем, які забезпечують збір, обробку та управління даними про різні види природних ресурсів. Це можуть бути кадастри землі, водних ресурсів, лісових масивів та інших природних компонентів. Інтеграція цих кадастрових систем у регіональний кадастр природних ресурсів дозволяє забезпечити єдиний доступ до інформації і сприяти раціональному використанню природних ресурсів. Постійний моніторинг стану ґрунту здійснюється за допомогою супутникових знімків або аерофотознімків. Це дозволяє виявляти зміни вчасно і вживати відповідні реагування. Так, для отримання точної інформації про земельні ділянки і їх параметри, включаючи геодезичні координати, межі та площі, необхідно проводити геодезичне знімання об'єктів. Це включає в себе використання геодезичних приладів, таких як тахеометри або GPS-приймачів, для вимірювання точних координат та знімання меж земельних ділянок. Крім того, космічне базування, зокрема супутникова навігаційна система GPS, використовується для отримання геодезичних координат точок на земельних ділянках. GPS-приймачі забезпечують високу точність і доступність при визначенні координат, що



дозволяє заносити ці дані до бази даних для моніторингу та подальшого аналізу [5,6]. Занесення геодезичних координат, меж та площ земельних ділянок до бази даних дозволить здійснювати періодичний контроль та моніторинг стану цих ділянок. Ця інформація може бути використана для аналізу змін, виявлення деградації або незаконного використання земель, а також для прийняття управлінських рішень щодо охорони та управління земельними ресурсами. Вертикальне знімання місцевості з виявлення розвитку ерозії ґрунту проводились в Львівській та Тернопільській областях. Так, сучасні геоінформаційні технології дозволяють забезпечити постійний контроль і моніторинг об'єктів, включаючи деградаційні процеси, за допомогою створення комп'ютерної бази даних. З використанням геодезичного знімання та комп'ютерної обробки результатів знімання отримано координати планів земельних ділянок. Ці дані можуть використані для встановлення меж земельної ділянки та визначення її приблизної площі. Крім того, за допомогою космічних знімків крупного масштабу виявлено розвиток ерозійних процесів та встановлено межі земельної ділянки. При відповідному масштабуванні космічного знімку можна оцінити розміри земельних ділянок і їх приблизну площу. Космічне зондування Землі (ДЗЗ) дозволяє проводити систематичні спостереження за різними наземними об'єктами і процесами. Так, використання космічних знімків дозволяє відстежувати зміни в ерозійних процесах та межах земельних ділянок, а також інші зміни, що стосуються об'єкту спостереження. Це дозволяє забезпечити постійний моніторинг та контроль за розвитком деградаційних процесів. Отримана інформація з космічних знімків використана для аналізу та моделювання деградаційних процесів, що дозволяє прогнозувати їх розвиток та вживати відповідні управлінські заходи. За допомогою космічних знімків можна визначити розміри та стан засіяного поля, виявити неврожаї та області з посівами бур'янів. [7].

Також космічні знімки дозволяють встановити розміри лісосмуг, польових шляхів та інших елементів інфраструктури. Великі можливості надаються для виявлення об'єктів деградації ґрунтового покриву, таких як ерозійні улоговини, вирівнювання поверхні, зсуви ґрунту та інші. Однак, для отримання детальної та точної інформації про об'єкти деградації, часто потрібне додаткове детальне геодезичне знімання та обробка результатів цього знімання. Геодезичне знімання дозволяє визначити точні геодезичні координати об'єктів, встановити їхні розміри та загальну площу. Ця інформація сприяє отриманню більш детальної та конкретної картини стану об'єктів деградації та дозволяє приймати відповідні управлінські рішення. Так, створення комп'ютерної бази даних і використання космічних знімків у поєднанні з іншими геоінформаційними технологіями дійсно дозволяє забезпечити ефективний моніторинг та аналіз деградації ґрунтового покриву та інших аграрних об'єктів. За допомогою космічних знімків можна визначити розміри та стан засіяного поля, виявити неврожаї та області з посівами бур'янів. Також космічні знімки дозволяють встановити розміри лісосмуг, польових шляхів та інших елементів інфраструктури. Великі можливості надаються для виявлення об'єктів деградації ґрунтового покриву, таких як ерозійні улоговини, вирівнювання поверхні, зсуви ґрунту та інші. [8].

Однак, для отримання детальної та точної інформації про об'єкти деградації, часто потрібне додаткове детальне геодезичне знімання та обробка результатів цього знімання. Геодезичне знімання дозволяє визначити точні геодезичні координати об'єктів, встановити їхні розміри та загальну площу [9]. Ця інформація сприяє отриманню більш детальної та конкретної картини стану об'єктів деградації та дозволяє приймати відповідні управлінські рішення. У контексті еколого-техногеохімічних досліджень, флуктуації фону є важливим аспектом. Флуктуації фону означають природні коливання

рівня різних параметрів (наприклад, хімічних речовин, елементів) у досліджуваній області. Ці коливання можуть бути спричинені природними процесами або людською діяльністю. Врахування флуктуацій фону дозволяє встановити природні зміни параметрів і виділити аномальні зміни, що можуть бути пов'язані з деградацією ґрунтового покриву або іншими факторами. Таким чином, детальне геодезичне знімання дозволяє отримати точні координати земельних ділянок, а аналіз флуктуацій фону допомагає встановити природні зміни параметрів в контексті еколого-техногеохімічних досліджень. Обидва аспекти є важливими для отримання детальної інформації про стан деградації ґрунтового покриву та розуміння його причин і наслідків. Коефіцієнт концентрації K_c визначаємо як співвідношення реального вмісту хімічних елементів в ґрунтах (C) та його гранично допустимої концентрації

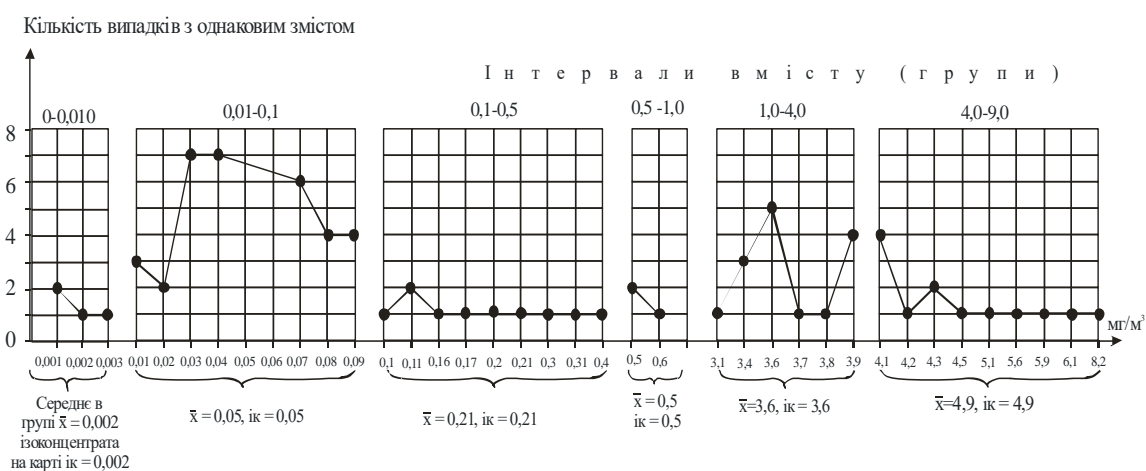


Рис.2. Групування вмісту (C) нафтопродуктів в характерних інтервалах (групах) та визначення середнього вмісту (\bar{x}) в кожному характерному інтервалі (групі) для проведення на карті типових ізоліній однакових концентрацій елементів в ґрунтах Тернопільської області

$$K_c = \frac{C}{ГДК} \quad (2)$$

Відповідно, ІЗГ буде розрахований за наступною формулою:

$$ІЗГ = \sum_{i=1}^n \frac{K_c}{n} \quad (3)$$

де n – число врахованих елементів, вміст яких перевищує ГДК.

Визначена методика дозволяє побудувати картографічну геомодель оцінки якості атмосфери та ґрунтів досліджуваного регіону. [10].. На еколого-техногеохімічну карту розповсюдження того чи іншого елемента в конкретному середовищі виносяться ізолінії його рівних концентрацій (ізоконцентрат i_k), які повинні відповідати середньому вмісту елемента в кожному характерному інтервалі.

Тобто ізолінії концентрацій елементів на картах проводяться не довільно, які іноді можна бачити на геохімічних картах, а тільки через характерні інтервали. Такі ізолінії будуть передавати характер розповсюдження елемента в середовищі довкілля. [9]. (Рис.3).

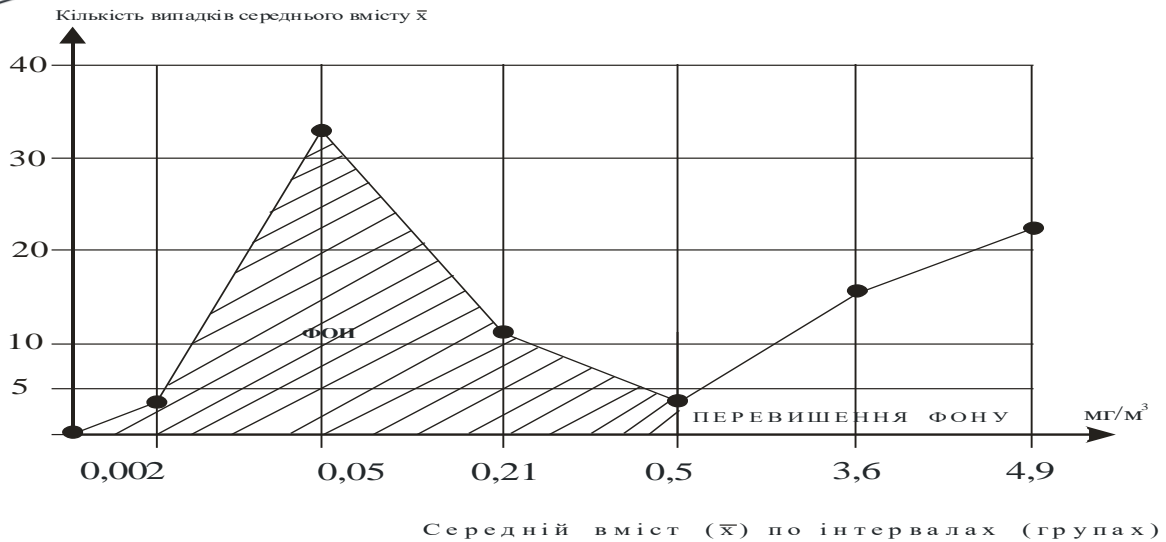


Рис. 3. Розподіл середніх вмістів (\bar{X}) нвфтопродуктів по інтервалах (групах) в ґрунтах Тернопільської області

Отримані координати земельного масиву і об'єктів деградації можуть бути використані для створення геопросторової бази даних, яка міститиме інформацію про місцезнаходження кожної земельної ділянки. Ця база даних може бути візуалізована на електронній цифровій карті, де растрове зображення місцевості буде містити визначений земельний масив та об'єкти деградації. Крім того, космічний знімок може бути масштабований до масштабу плану земельного масиву, що дозволить встановити пропорційні розміри земельних ділянок на знімку. Це надає додаткову інформацію про розміри та границі земельних ділянок.

Загальна інформація про місцезнаходження земельної ділянки, її границі та розміри, які можуть бути отримані з комп'ютерної бази даних та геопросторової візуалізації, є важливою для прийняття управлінських рішень стосовно надання земельної ділянки у власність, користування або оренду, а також для подальшого планування цільового використання земельної ділянки. Отримана інформація щодо місцезнаходження земельної ділянки дозволяє управлінцям аналізувати потенціал та характеристики земельної ділянки, здійснювати оцінку ризиків та приймати управлінські рішення, пов'язані з її використанням.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Системний підхід у вирішенні проблем екологічної стійкості територій є необхідним, оскільки враховує багато чинників антропогенного походження, що впливають на екологічну ситуацію в регіоні. Це означає, що для ефективного вирішення проблем потрібно враховувати різні аспекти, включаючи інформацію про земельні ділянки та їх використання. Космічний знімок, коли в нього введені геодезичні координати земельної ділянки, може надати точне місцезнаходження об'єкта та допомогти визначити цільове її використання. Ця інформація є важливою для багатьох аспектів, зокрема для надання кадастрового номеру земельній ділянці під час оформлення прав власності або користування. Прийняття ефективних рішень стосовно використання земельних ділянок та організації моніторингу довкілля також потребує

достатньої інформаційності екологічних показників. Використання космічних знімків у поєднанні з іншими джерелами даних, такими як геодезичні виміри, може допомогти підвищити інформативність та точність таких показників. Загалом, використання космічних знімків та геодезичних даних дозволяє отримати необхідну інформацію для прийняття управлінських рішень стосовно екологічної стійкості територій, надання прав на земельні ділянки та їх цільове використання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 King, E. G., Hobbs, R. J. (2006). Identifying Linkages among Conceptual Models of Ecosystem Degradation and Restoration: Towards an Integrative Framework. *Restoration Ecology*, 14(3), 369–378. <https://doi.org/10.1111/j.1526-100x.2006.00145.x>
- 2 Греков, Л.Д., Красовський, Г.Я., Трофимчук, О.М. (2007). *Космічний моніторинг забруднення земель техногенним пилом*. Наукова думка.
- 3 Trofymchuk, O., Trysnyuk, V., Novokhatska, N., Radchuk, I. (2014). Geo-information Technologies for Decision Issues of Municipal Solid Waste. *Journal of Environmental Science and Engineering*, 3, 183-187.
- 4 Адаменко, О. М., Архипова, Л. М. та ін. (2014). *Екологічна безпека території*. Супрун.
- 5 Триснюк, В.М. (2016). Система управління екологічною безпекою природних і антропогенно-моделізованих геосистем. *Системи обробки інформації*, 12, 185-188.
- 6 Триснюк, В., Нікітін, А., Шумейко, В. (2017). Алгоритм оброблення інформації про радіоактивне забруднення місцевості з використанням даних ДЗЗ та ГІС. *Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць*, 6(46), 102–110.
- 7 Trofymchuk, O. (2019). Geomodeling and monitoring of pollution of waters and soils by the earth remote sensing. У *19th SGEM International Multidisciplinary Scientific GeoConference EXPO Proceedings, STEF92 Technology*. <https://doi.org/10.5593/sgem2019v/1.4/s02.025>
- 8 Trysnyuk, V., Okhariyev, V., Trysnyuk, T., Zorina, O., Kurylo, A., Radlowska, C. (2019). Improving the algorithm of satellite images landscape interpretation. У *18th International Conference on Geoinformatics - Theoretical and Applied Aspects*. European Association of Geoscientists & Engineers. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201902084>
- 9 Butenko, O., Horelik, S., Krasovska, I., Zakharchuk, Y. (2020). Complex space monitoring data analysis to determine environmental trends of poland-ukraine border areas. *Architecture, Civil Engineering, Environment*, 13(2), 39–56. <https://doi.org/10.21307/acee-2020-016>.
- 10 Trysnyuk, V., Prystupa, V., Trysnyuk, T., Vasylenko, V., Kurylo, A. (2020). Comprehensive environmental monitoring based on aerospace and ground research data. У *Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects 2020*. European Association of Geoscientists & Engineers. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2020geo066>.

**Yuriy Holovan**

graduate student

Institute of Telecommunications and Global Information Space of the National Academy of Sciences of Ukraine,
Kyiv

ORCID ID: 0000-0001-7050-9310

dirrecta@gmail.com

Kurilo Anatoly

graduate student

Institute of Telecommunications and Global Information Space of the National Academy of Sciences of Ukraine,
Kyiv

ORCID ID: 0000-0002-6694-5117

comandor1505@gmail.com

INFORMATION TECHNOLOGIES OF COMPLEX ENVIRONMENTAL MONITORING BASED ON AEROSPACE AND GROUND RESEARCH DATA

Abstract. The article considers the possibilities of using geoinformation systems and remote land sensing systems in detecting the development of degradation processes of the soil cover. The use of satellite technologies for the detection of soil degradation and timely response to these processes requires timely information and the availability of a database. The environmental safety system is aimed at forecasting and preventing emergency situations of technogenic and ecological nature. It includes the development of forecasting models and algorithms, as well as the allocation of resources to take immediate action in the event of such situations, as well as information about potential hazards, risks and possible consequences. With the use of geodetic surveying and computer processing of the surveying results, the coordinates of land plot plans were obtained. Satellite images were used to obtain data on changes in soil cover over a large area and on a large scale. Aerial photographs reveal small changes in soil structure, indicating signs of erosion or other degradation processes. Digital electronic terrain maps provide geographic information about an area, including geological and geomorphological features. They are used to combine other data, such as satellite images or aerial photographs, and create a comprehensive picture of the state of the soil. In the course of research, the system of ecological monitoring of soil cover using the method of infrared spectrophotometry was improved. The method of physico-chemical analysis of soil samples is substantiated and the dependence between the state of soil contamination by individual chemical elements and their genesis is established. The creation of a computer database and the use of space images in combination with other geo-information technologies really allows for effective monitoring and analysis of soil degradation and other agricultural objects.

Key words: ecological monitoring, digital models, space images, mapping, ecosystems, spectral range.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

- 1 King, E. G., Hobbs, R. J. (2006). Identifying Linkages among Conceptual Models of Ecosystem Degradation and Restoration: Towards an Integrative Framework. *Restoration Ecology*, 14(3), 369–378. <https://doi.org/10.1111/j.1526-100x.2006.00145.x>
- 2 Hrekov, L.D., Krasovskiy, H.Ia., Trofymchuk, O.M. (2007). *Kosmichnyi monitorynh zabrudnennia zemel tekhnohennym pylom*. Naukova dumka.
- 3 Trofymchuk, O., Trysnyuk, V., Novokhatska, N., Radchuk, I. (2014). Geo-information Technologies for Decision Issues of Municipal Solid Waste. *Journal of Environmental Science and Engineering*, 3, 183-187.
- 4 Adamenko, O. M., Arkhypova, L. M. ta in. (2014). Ekolohichna bezpeka terytorii. Suprun.
- 5 Trysniuk, V.M. (2016). Systema upravlinnia ekolohichnoiu bezpekoiu pryrodnykh i antropohennomodifikovanykh heosystem. *Systemy obrobky informatsii*, 12, 185-188.
- 6 Trysniuk, V., Nikitin, A., Shumeiko, V. (2017). Alhorytm obroblennia informatsii pro radioaktyvne zabrudnennia mistsevosti z vykorystanniam danykh DZZ ta HIS. *Systemy upravlinnia, navihatsii ta zviazku. Zbirnyk naukovykh prats*, 6(46), 102–110.



- 7 Trofymchuk, O. (2019). Geomodeling and monitoring of pollution of waters and soils by the earth remote sensing. In *19th SGEM International Multidisciplinary Scientific GeoConference EXPO Proceedings. STEF92 Technology*. <https://doi.org/10.5593/sgem2019v/1.4/s02.025>
- 8 Trysnyuk, V., Okhariev, V., Trysnyuk, T., Zorina, O., Kurylo, A., Radlowska, C. (2019). Improving the algorithm of satellite images landscape interpretation. In *18th International Conference on Geoinformatics - Theoretical and Applied Aspects*. European Association of Geoscientists & Engineers. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201902084>
- 9 Butenko, O., Horelik, S., Krasovska, I., Zakharchuk, Y. (2020). Complex space monitoring data analysis to determine environmental trends of poland-ukraine border areas. *Architecture, Civil Engineering, Environment*, 13(2), 39–56. <https://doi.org/10.21307/acee-2020-016>.
- 10 Trysnyuk, V., Prystupa, V., Trysnyuk, T., Vasylenko, V., Kurylo, A. (2020). Comprehensive environmental monitoring based on aerospace and ground research data. In *Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects 2020*. European Association of Geoscientists & Engineers. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2020geo066>.