УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Будівельний факультет

Кафедра вишукувань та проектування шляхів сполучення, геодезії та землеустрою

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТА ЛІСОВИХ ЗЕМЕЛЬ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДАНИХ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи магістра

ВПГЗ. 312.193.2026.ПЗ.

Розробив: студент 6 курсу
групи 216-ГЗ-Д24
Олександр ТЮТЮННИК

Спеціальність: 193 Геодезія та землеустрій (роботу виконано самостійно, відповідно до принципів академічної доброчесності)

Керівник: *к.т.н., доц. Олена УЖВІЄВА*
Нормоконтроль: *к.т.н., доц.Євген ОРЕЛ*
Зав. кафедри: *д.т.н., проф. Угненко Є.Б*

Рецензент: *к.т.н., доц. Віталій ЛЮТИЙ*

2026

Форма № Н-9.01

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Факультет будівельний
Кафедра вишукувань та проектування шляхів сполучення, геодезії та землеустрою
Освітній рівень: магістр
Спеціальність: 193 «Геодезія та землеустрій»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,
професор, д.т.н.

_____Євгенія УГНЕНКО

« ___» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

1 Тема: «Оцінка ефективності використання сільськогосподарських та лісових земель Київської області із застосуванням ГІС-технологій та даних дистанційного зондування»

керівник *к.т.н., доцент Ужвієва Олена Миколаївна*
затверджені розпорядженням по будівельному факультету
від «03» *листопада* 2025 року № 15
2 Строк подання студентом закінченої роботи *20 грудня 2025 року*

3 Вихідні дані кваліфікаційної роботи:
отримані у період переддипломної практики

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки:
- Теоретичні основи оцінки використання земель
- Природно-географічна характеристика Київської області
- Практичний ГІС-аналіз
- Напрями підвищення ефективності використання земель
- Практична реалізація у середовищі QGIS

5. Перелік графічного матеріалу:

- Теоретичні основи оцінки використання земель
- Природно-географічна характеристика Київської області
- Практичний ГІС-аналіз
- Напрями підвищення ефективності використання земель
- Практична реалізація у середовищі QGIS

6 Консультанти окремих розділів

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7 Дата видачі завдання «*20*» *жовтня* 20*25* року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Строк виконання етапів	Примітка
Теоретичні основи оцінки використання земель Природно-географічна характеристика Київської області	1 листопада 2025 р.	
Практичний ГІС-аналіз	10 листопада 2025 р.	
Напрями підвищення ефективності використання земель	20 листопада 2025 р.	
Практична реалізація у середовищі QGIS	1 грудня 2025 р.	
Технічний контроль і приймання робіт. Висновки. Підготовка графічного матеріалу та оформлення згідно з вимогами до випускних кваліфікаційних робіт.	20 грудня 2025 р.	

Студент _____ Олександр ТЮТЮННИК

Керівник _____ Олена УЖВІЄВА

РЕФЕРАТ ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

УДК 528.88

Тема випускної кваліфікаційної роботи: Оцінка ефективності використання сільськогосподарських та лісових земель Київської області із застосуванням ГІС-технологій та даних дистанційного зондування

Автор Тютюнник Олександр Олексійович ,студент гр. 216-ГЗ-Д24

кафедри *вищукувань та проектування шляхів сполучення, геодезії та землеустрою*

Українського державного університету залізничного транспорту , 2026 рік;

Обсяг пояснювальної записки: 96 кількість аркушів текстової частини, 13 ілюстрацій, 22 таблиці, 1 додаток, 56 літературних джерел.

Обсяг графічного / презентаційного матеріалу: 10 кількість аркушів.

Мета та метод дослідження (виконання роботи)полягала у порівняльному аналізі ефективності використання сільськогосподарських та лісових земель Київської області для виявлення територій раціонального та нераціонального землекористування і формування рекомендацій щодо його оптимізації. ГІС-аналіз, індексний аналіз (NDVI, NBR, NDWI), аналіз LULC-змін, класифікація супутникових знімків, просторове моделювання, порівняльний аналіз, картографування, статистичні методи. Методика реалізована у середовищі QGIS із застосуванням плагінів для моделювання змін землекористування (зокрема, MOLUSCE).

Отримані результати: Розроблено та застосовано комплексну методику, що поєднує кадастрові дані (ДЗК) та супутникові знімки (Landsat, Sentinel-2) для створення багатошарової ГІС-бази даних. Виконано індексний аналіз для об'єктивної оцінки стану угідь: NDVI використано для моніторингу продуктивності сільськогосподарських земель, а NBR та NDWI — для виявлення деградації та водного стресу лісових масивів. Сформовано науково обґрунтовані рекомендації щодо оптимізації землекористування та впровадження принципів сталого розвитку.

Новизна випускної кваліфікаційної роботи: У роботі вперше для Київської області проведено комплексний ГІС-аналіз двох ключових категорій земель у єдиній системі показників, здійснено порівняння ефективності їх використання за просторовими індикаторами, визначено контрастні типи землекористування та окреслено проблемні зони9. Розроблені рекомендації можуть бути використані в регіональному плануванні та моніторингу земельних ресурсів Київської області.

Область використання:у виробництві, навчальному процесі та дослідженнях.

Зміст

Зміст..... 5
Анотація.....7
Вступ..... 11
1. Теоретичні основи оцінки використання земель.....15
1.1. Землі сільськогосподарського та лісогосподарського призначення.....15
1.2. Нормативно-правове забезпечення використання земель в Україні.....17
1.2.1 Правова класифікація земель та їх цільове призначення.....18
1.2.2 Землі сільськогосподарського призначення..... 19
1.2.3 Землі лісогосподарського призначення..... 20
1.2.4 Державний земельний кадастр як основа земельних відносин..... 20
1.2.5 Значення кадастру у забезпеченні законного використання земель.....21
1.3. Роль ГІС і ДЗЗ у моніторингу земель..... 23
1.4 ГІС як основа просторового аналізу земель.....25
1.5 Роль дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) у моніторингу земель..... 26
1.6 NDVI як ключовий індикатор стану рослинності..... 27
1.7 Інтеграція ГІС, ДЗЗ і штучного інтелекту.....28
2. Природно-географічна характеристика Київської області.....30
2.1. Адміністративно-територіальна структура.....31
2.2. Природні умови.....38
2.2.1 Значення дистанційного зондування для оцінки лісів.....43
2.3. Структура землекористування, включаючи лісовий фонд.....45
2.4 Сільськогосподарські землі..... 46
2.5 Лісовий фонд Київської області..... 47
2.6 Просторовий аналіз структури землекористування у ГІС.....49

3. Методика дослідження.....51
3.1. Джерела даних (кадастр, лісовий кадастр, супутникові знімки).....52
3.2. Побудова ГІС бази даних.....56
3.3. Методи аналізу: NDVI для сільськогосподарських земель, NBR / NDWI для лісових масивів, аналіз змін площ.....59
4. Практичний ГІС-аналіз даних.....63
4.1. Карта використання сільськогосподарських земель.....64
4.2. Карта лісових земель.....66
4.3. Аналіз змін та виявлення проблемних ділянок (вирубки, деградація ґрунтів).....67
5. Напрями підвищення ефективності використання земель.....70
5.1. Раціональне землеробство.....71
5.2. Стале лісокористування.....73
5.3. ГІС-моніторинг та рекомендації.....76
6. Практична реалізація у середовищі QGIS.....79
6.1 Підготовка та обробка даних.....80
6.2 Методика впровадження практики практичного застосування у середовищі QGIS Київської області.....83
Висновки до кваліфікаційної роботи магістра.....87
Список використаних літературних джерел.....90
Додаток А. Перевірка роботи на плагіат.....97

Анотація

Тема: Оцінка ефективності використання сільськогосподарських та лісових земель Київської області із застосуванням ГІС-технологій та даних дистанційного зондування.

Кваліфікаційна робота присвячена комплексній оцінці ефективності використання сільськогосподарських та лісових земель Київської області на основі сучасних геоінформаційних систем (ГІС) та даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). Актуальність дослідження зумовлена значним антропогенним навантаженням на земельний фонд регіону, що вимагає впровадження високоточних та об'єктивних методів моніторингу для забезпечення сталого розвитку та екологічної безпеки.

Об'єкт дослідження – земельні ресурси Київської області.

Предмет дослідження – ефективність використання сільськогосподарських та лісових земель, оцінена за даними ГІС та ДЗЗ.

Мета роботи полягала у порівняльному аналізі ефективності використання сільськогосподарських та лісових земель Київської області для виявлення територій раціонального та нераціонального землекористування і формування рекомендацій щодо його оптимізації.

Методи дослідження: ГІС-аналіз, індексний аналіз (NDVI, NBR, NDWI), аналіз LULC-змін, класифікація супутникових знімків, просторове моделювання, порівняльний аналіз, картографування, статистичні методи. Методика реалізована у середовищі QGIS із застосуванням плагінів для моделювання змін землекористування (зокрема, MOLUSCE).

Основні результати:

1. Розроблено та застосовано комплексну методику, що поєднує кадастрові дані (ДЗК) та супутникові знімки (Landsat, Sentinel-2) для створення багатошарової ГІС-бази даних.

2. Виконано індексний аналіз для об'єктивної оцінки стану угідь: NDVI використано для моніторингу продуктивності сільськогосподарських земель, а NBR та NDWI — для виявлення деградації та водного стресу лісових масивів.

3. Проведено аналіз просторових змін землекористування (LULC), який дозволив виявити проблемні ділянки, схильні до деградації, нелегальних вирубок чи урбанізації.

4. Встановлено, що лісові землі та сільськогосподарські угіддя південних районів Київської області використовуються найбільш ефективно, тоді як північні райони потребують додаткових заходів управління через зниження продуктивності.

5. Сформовано науково обґрунтовані рекомендації щодо оптимізації землекористування та впровадження принципів сталого розвитку.

Наукова новизна та практичне значення: У роботі вперше для Київської області проведено комплексний ГІС-аналіз двох ключових категорій земель у єдиній системі показників, здійснено порівняння ефективності їх використання за просторовими індикаторами, визначено контрастні типи землекористування та окреслено проблемні зони. Розроблені рекомендації можуть бути використані в регіональному плануванні та моніторингу земельних ресурсів Київської області.

Ключові слова: ГІС-технології, дистанційне зондування Землі (ДЗЗ), NDVI, NBR, LULC-аналіз, Київська область, сільськогосподарські землі, лісові землі, ефективність землекористування

Topic: Assessment of the efficiency of agricultural and forest land use in the Kyiv region using GIS technologies and remote sensing data.

This thesis is devoted to a comprehensive assessment of the efficiency of agricultural and forest land use in the Kyiv region based on modern geographic information systems (GIS) and remote sensing data. The relevance of the study is due to the significant anthropogenic load on the region's land fund, which requires the introduction of highly accurate and objective monitoring methods to ensure sustainable development and environmental safety.

The object of the study is the land resources of the Kyiv region.

The subject of the study is the efficiency of agricultural and forest land use, assessed using GIS and RSI data.

The aim of the work was to conduct a comparative analysis of the efficiency of agricultural and forest land use in the Kyiv region to identify areas of rational and irrational land use and to formulate recommendations for its optimization.

Research methods: GIS analysis, index analysis (NDVI, NBR, NDWI), LULC change analysis, satellite image classification, spatial modeling, comparative analysis, mapping, statistical methods. The methodology was implemented in the QGIS environment using plugins for modeling land use changes (in particular, MOLUSCE).

Main results:

1. A comprehensive methodology combining cadastral data (DZK) and satellite images (Landsat, Sentinel-2) was developed and applied to create a multi-layer GIS database.

2. Index analysis was performed for an objective assessment of land condition: NDVI was used to monitor the productivity of agricultural land, and NBR and NDWI were used to identify degradation and water stress in forest areas.

3. An analysis of spatial changes in land use (LULC) was carried out, which made it possible to identify problem areas prone to degradation, illegal logging, or urbanization.

4. It was found that forest and agricultural lands in the southern regions of the Kyiv region are used most efficiently, while the northern regions require additional management measures due to declining productivity.

5. Scientifically based recommendations were developed for optimizing land use and implementing sustainable development principles.

Scientific novelty and practical significance: For the first time in the Kyiv region, a comprehensive GIS analysis of two key land categories was conducted in a unified system of indicators, a comparison of their use efficiency was made using spatial indicators, contrasting types of land use were identified, and problem areas were outlined. The recommendations developed can be used in regional planning and monitoring of land resources in the Kyiv region.

Keywords: GIS technologies, remote sensing (RS), NDVI, NBR, LULC analysis, Kyiv region, agricultural land, forest land, land use efficiency

Вступ

Ефективне використання земельних ресурсів є ключовою передумовою сталого розвитку регіону. Київська область характеризується значною площею сільськогосподарських угідь та важливим лісовим фондом, які зазнають істотного антропогенного навантаження. Використання ГІС-технологій та супутникових даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) дозволяє здійснювати комплексну оцінку стану земель, простежувати зміни в часі та виявляти проблемні території.

Ефективне та раціональне використання земельних ресурсів є одним із ключових чинників забезпечення продовольчої, екологічної та економічної безпеки держави. Для Київської області, яка поєднує інтенсивно розвинуте сільське господарство з високою часткою лісових масивів, проблема оцінювання ефективності землекористування набуває особливої значущості. Сільськогосподарські угіддя є основою аграрного виробництва регіону, тоді як лісові землі виконують критично важливі екологічні функції — від регуляції клімату і водного балансу до збереження біорізноманіття та пом’якшення наслідків антропогенних навантажень. Однак сучасні процеси урбанізації, розширення інфраструктури, інтенсивна експлуатація природних ресурсів та кліматичні зміни спричиняють істотні трансформації у структурі й якості землекористування, що потребує оперативного моніторингу та аналізу.

Традиційні методи оцінки стану земель часто є трудомісткими, повільними або не забезпечують достатнього рівня деталізації. У таких умовах використання геоінформаційних систем (ГІС) та даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) стає необхідним інструментом сучасної системи управління земельними ресурсами. Супутникові знімки дозволяють оперативно отримувати інформацію про рослинний покрив, структуру угідь, динаміку лісових масивів і сільськогосподарських площ, а ГІС-технології забезпечують інтеграцію, аналіз та візуалізацію цих даних на різних просторових рівнях.

Особливо актуальною тема є з огляду на потребу в переході до моделей сталого землекористування. У Київській області спостерігаються нерівномірність продуктивності сільськогосподарських земель, локальні явища деградації ґрунтів, фрагментація лісових територій, зміна інтенсивності вегетаційних процесів та ризики, пов'язані з лісовими пожежами й неконтрольованою вирубкою. Без системної оцінки цих процесів неможливо забезпечити ефективне планування територій, ухвалення управлінських рішень та своєчасне реагування на екологічні виклики.

Застосування ДЗЗ та ГІС дозволяє здійснювати як поточний, так і ретроспективний аналіз, виявляючи тенденції змін у землекористуванні за багаторічними рядами даних. Це відкриває можливість побудови об'єктивної картини ефективності використання як сільськогосподарських земель, так і лісових угідь, а також порівняння цих категорій між собою з урахуванням вегетаційних, структурних та просторових показників. Такий підхід є необхідним для формування науково обґрунтованих рекомендацій щодо оптимізації землекористування, підвищення продуктивності агроландшафтів, зменшення деградаційних процесів і збереження лісового фонду.

Отже, актуальність теми полягає у необхідності впровадження сучасних технологічних методів оцінювання стану земель Київської області, що забезпечують високу точність, оперативність та об'єктивність аналізу. Порівняльне застосування ГІС та ДЗЗ щодо двох ключових категорій земель дозволяє комплексно оцінити ефективність їх використання, виявити проблемні території та сприяти прийняттю рішень, спрямованих на сталий розвиток регіону.

Об'єкт дослідження: земельні ресурси Київської області.

Предмет дослідження: ефективність використання сільськогосподарських та лісових земель, оцінена за даними ГІС та ДЗЗ.

Мета дослідження: виконати порівняльний аналіз ефективності використання сільськогосподарських та лісових земель Київської області на основі ГІС-інструментів та супутникових даних для виявлення територій раціонального та нераціонального землекористування і формування рекомендацій щодо його

оптимізації.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати класифікацію та правові засади використання земель в Україні.
2. Розробити методику застосування ГІС та ДЗЗ для оцінювання ефективності землекористування.
3. Зібрати та обробити кадастрові, картографічні та супутникові дані.
4. Побудувати ГІС-базу даних для аналізу сільськогосподарських та лісових земель.
5. Виконати індексний аналіз (NDVI, NBR, NDWI) для оцінки стану земель.
6. Провести аналіз змін землекористування та виявити проблемні ділянки.
7. Сформувати рекомендації щодо раціоналізації землекористування.

Методи дослідження: ГІС-аналіз, індексний аналіз (NDVI, NBR, NDWI), аналіз LULC-змін, класифікація супутникових знімків, просторове моделювання, порівняльний аналіз, картографування, статистичні методи.

Наукова новизна та практичне значення:

У роботі вперше для Київської області:

- проведено комплексний ГІС-аналіз двох категорій земель у єдиній системі показників;
- здійснено порівняння ефективності їх використання за вегетаційними, структурними та просторовими індикаторами;
- визначено контрастні типи землекористування та окреслено проблемні зони;
- розроблено рекомендації, що можуть бути застосовані у регіональному плануванні та моніторингу.

Таким чином, зростаюча динаміка змін у структурі землекористування Київської області, необхідність підвищення ефективності сільськогосподарського

виробництва та збереження лісових ресурсів, а також потреба у впровадженні сучасних цифрових підходів до моніторингу земельних ресурсів зумовлюють важливість комплексного дослідження, заснованого на ГІС-технологіях та даних дистанційного зондування Землі. Обґрунтування актуальності, визначення мети, завдань, об’єкта і предмета дослідження створюють методологічну основу, необхідну для подальшого розкриття проблематики.

Перш ніж перейти до практичних аспектів аналізу землекористування, необхідно розглянути теоретичні засади, що визначають правовий статус земель, їх класифікацію, принципи використання та методичні підходи до їх оцінювання. Саме системне опрацювання цих положень дає змогу сформувати цілісне уявлення про особливості сільськогосподарських та лісових земель, встановити критерії їх ефективного використання та обґрунтувати вибір ГІС- і ДЗЗ-інструментів для дослідження.

У зв’язку з цим наступний розділ присвячено теоретичним основам оцінки використання земель, що слугують фундаментом для практичного аналізу та подальших висновків цієї роботи.

1. Теоретичні основи оцінки використання земель

1.1. Землі сільськогосподарського та лісогосподарського призначення

Земельний фонд України включає різні категорії земель, правовий статус та порядок використання яких визначає Земельний кодекс України. Землі сільськогосподарського та лісогосподарського призначення становлять основу природних ресурсів країни і мають відмінні функціональні особливості, правовий режим та вимоги до оцінки їхнього стану. Саме тому аналіз теоретичних засад оцінки цих земель потребує врахування нормативних положень, екологічних особливостей, а також сучасних технологічних підходів до моніторингу та управління.

Відповідно до Земельного кодексу України (стаття 19), землі сільськогосподарського призначення належать до земель, основним цільовим призначенням яких є здійснення товарного та особистого селянського виробництва, вирощування сільськогосподарських культур, ведення фермерського господарства та інших форм агровиробництва. До їх складу відносять ріллю, багаторічні насадження, сіножаті, пасовища та інші угіддя. Водночас землі лісогосподарського призначення включають лісові масиви, землі, надані для вирощування, відтворення та охорони лісів, а також території, що забезпечують функціонування лісового господарства та лісової інфраструктури.

Сучасні підходи до оцінки використання земель базуються на поєднанні геоінформаційних систем (ГІС), технологій дистанційного зондування — від супутникових знімків до багатоспектральної та радарної зйомки. У дослідженні Dargains (2021) наголошується, що інтеграція ГІС і просторового моделювання дає можливість формувати оптимальні схеми землекористування, аналізувати продуктивність агроландшафтів і визначати потенціал для сталого розвитку фермерських територій. Запропонована автором ГІС-орієнтована методика дозволяє

враховувати структуру полів, рельєф, вплив кліматичних факторів та антропогенне навантаження.

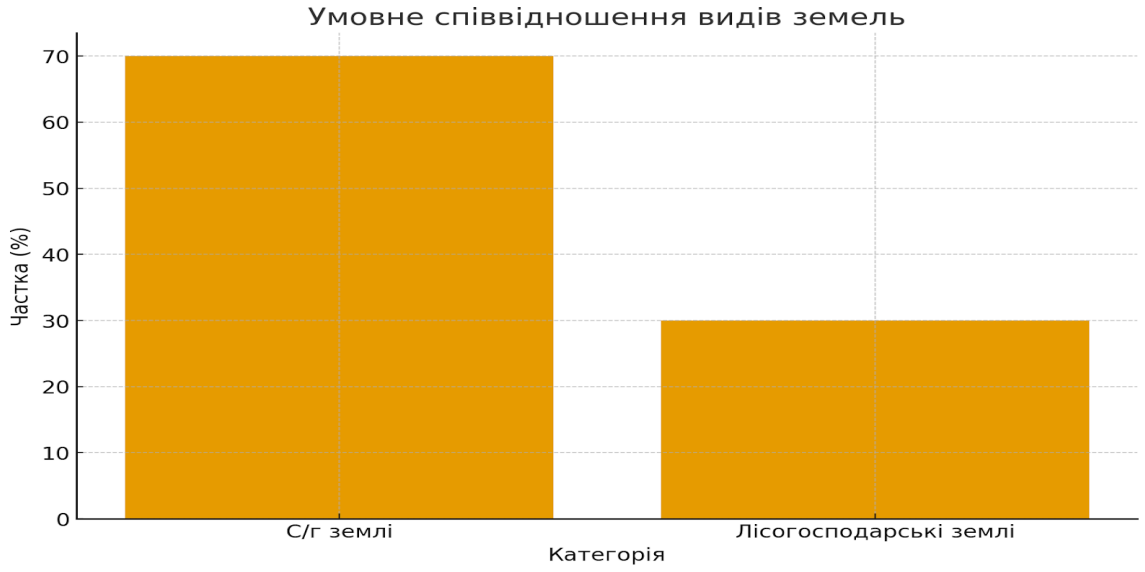
Окрему увагу необхідно приділити аналізу лісогосподарських земель, оскільки їхній стан визначає екологічну стабільність територій, формування кліматичних умов і біорізноманіття. У роботі Mitchell, Rosenqvist & Mora (2017) розглянуто сучасні методи моніторингу деградації лісів із застосуванням технологій дистанційного зондування. Автори підкреслюють важливість багатоспектрального аналізу, який дозволяє виявляти не лише зниження щільності деревного покриву, а й визначати характерні ознаки деградаційних процесів. Використання радарних зображень, що є менш чутливими до хмарності, значно підвищує точність моніторингу, особливо в регіонах із високою сезонною змінністю.

Розмежування підходів до оцінки сільськогосподарських і лісових територій ґрунтується на відмінностях їх цільового використання. Для сільськогосподарських земель важливими є показники продуктивності, рівень родючості ґрунтів, інтенсивність обробітку та стан угідь у динаміці. Для лісогосподарських земель ключове значення мають індикатори лісистості, щільності крон, вікової структури лісів та проявів деградації. Використання дистанційного зондування у поєднанні з ГІС значно підвищує точність таких досліджень, дозволяючи формувати моделі просторового розвитку ландшафтів.

Систематичний моніторинг земель обох категорій є важливим елементом державного управління природними ресурсами. Він забезпечує можливість планування територій, запобігання деградації, оптимізації землекористування та підтримання екологічної рівноваги. Використання сучасних методів аналізу дозволяє створювати інтегровані моделі, які враховують природні, економічні та соціальні фактори й забезпечують обґрунтовані управлінські рішення. Застосування таких моделей є ключовим у забезпеченні сталого розвитку агроландшафтів і лісових територій, враховуючи особливості національного законодавства і міжнародні підходи до охорони довкілля.

Таблиця 1.1 - Порівняння підходів до оцінки земель

Критерій	**Сільськогосподарські землі**	**Лісогосподарські землі**
Основне призначення	Ведення агровиробництва	Відтворення та охорона лісів
Методи аналізу	ГІС, ДЗЗ, ґрунтові дослідження	ДЗЗ, ГІС, лісова інвентаризація
Основні загрози	Ерозія, зниження родючості	Деградація лісів, вирубки



1.2. Нормативно-правове забезпечення використання земель в Україні

Нормативно-правове забезпечення використання земель в Україні ґрунтується на положеннях Земельного кодексу України (ЗКУ), профільних законів та підзаконних актів, які регулюють порядок набуття, використання, охорони та обліку земель. Сучасна система земельних відносин базується на принципах раціонального землекористування, екологічної безпеки, правової визначеності та відкритості інформації щодо земельних ділянок.

Важливим елементом нормативної бази є Державний земельний кадастр (ДЗК) — офіційна державна геоінформаційна система, що забезпечує облік усіх земель України, їх характеристик, правового статусу та меж. Саме через ДЗК реалізується облік, планування, землеустрій і контроль за використанням земель.

У цьому розділі висвітлено ключові положення земельного законодавства, що регламентують використання сільськогосподарських і лісових земель, а також роль кадастру як правової та інформаційної основи земельних відносин.

1.2.1 Правова класифікація земель та їх цільове призначення

Відповідно до ЗКУ, земельні ресурси України поділяються на категорії за їх цільовим призначенням. Такий поділ визначає режим їх використання, обмеження, правила надання у власність та користування.

Таблиця 1.2 - Основні категорії земель відповідно до ЗКУ

Категорія земель	Характеристика	Основні вимоги
Сільськогосподарського призначення	Землі, придатні для виробництва с/г продукції	Використання лише за цільовим призначенням; особливий порядок зміни цільового призначення
Лісогосподарського призначення	Землі під лісами, зайняті лісовими насадженнями	Заборона самовільної вирубки; обмеження зміни цільового призначення
Природно-заповідного та іншого природоохоронного призначення	Землі заповідників, заказників, парків	Найвищий рівень охорони; зміна цільового призначення — лише з дозволу ВРУ

Категорія земель	Характеристика	Основні вимоги
Інші категорії (населених пунктів, рекреаційні, промисловості тощо)	Спеціальне використання	Залежить від виду діяльності

1.2.2 Землі сільськогосподарського призначення

ЗКУ визначає їх як землі, що використовуються для виробництва сільськогосподарської продукції, науково-дослідних робіт, навчальних цілей та відповідної інфраструктури.

Склад сільськогосподарських угідь:

1. Рілля
2. Багаторічні насадження
3. Сіножаті
4. Пасовища
5. Перелоги

Обмеження та вимоги використання:

- Заборонено змінювати цільове призначення без спеціального рішення органів влади.
- Заборонено використовувати такі землі для діяльності, що погіршує якість ґрунтів.
- Необхідно забезпечувати охорону ґрунтів, недопущення ерозії, деградації, забруднення.

1.2.3 Землі лісогосподарського призначення

ЗКУ визначає їх як землі, вкриті лісовою рослинністю, а також ті, що надані для потреб лісового господарства.

Особливості правового режиму:

- Усі операції з такими землями підпадають під дію Лісового кодексу.
- Зміна цільового призначення допускається лише за погодженням із Кабінетом Міністрів або Верховною Радою (для цінних земель).
- Забороняється: самовільне зайняття земель, вирубка без дозволу, переведення земель під забудову без детального погодження.

Види лісових земель:

- Лісові площі, вкриті деревною рослинністю
- Лісові культури та молодняк
- Нелісові площі, призначені для відновлення лісу

1.2.4 Державний земельний кадастр як основа земельних відносин

Державний земельний кадастр — це офіційна база даних, що містить повні відомості про всі земельні ділянки України.

Таблиця 1.3 - Функції державного земельного кадастру:

Функція	**Зміст**
Облік земельних ділянок	Ідентифікація кожної ділянки за кадастровим номером
Облік прав на землю	Відображення форм власності, оренди, сервітутів

Функція	Зміст
Якісні й кількісні характеристики земель	Дані про ґрунти, площу, межі
Оцінка земель	Бонітування, економічна та нормативно-грошова оцінка
Забезпечення відкритості інформації	Публічна кадастрова карта

1.2.5 Значення кадастру у забезпеченні законного використання земель

Раціональне та законне використання земельних ресурсів є необхідною умовою сталого розвитку територій, ефективного управління землекористуванням і захисту прав власників та користувачів земель. У сучасних умовах зростання антропогенного навантаження на земельні ресурси, активізації земельних відносин та трансформації форм власності особливої ваги набуває функціонування системи обліку, контролю та регулювання землекористування. Вирішальну роль у цьому процесі відіграє державний земельний кадастр як базовий інструмент інформаційного забезпечення земельної політики.

Земельний кадастр виступає офіційною системою збирання, зберігання та оновлення відомостей про правовий статус, кількісні та якісні характеристики земель, їх цільове призначення, межі та обмеження у використанні. Саме на основі кадастрових даних забезпечується правова визначеність земельних ділянок, прозорість земельних відносин і дотримання норм земельного законодавства. Від повноти, точності та актуальності кадастрової інформації залежить можливість запобігання самовільному зайняттю земель, нецільовому використанню угідь, конфліктам між землекористувачами та порушенням екологічних вимог.

Крім правової функції, земельний кадастр має важливе управлінське та аналітичне значення. Він є основою для територіального планування, оцінки ефективності використання земель, формування землевпорядної документації та прийняття обґрунтованих управлінських рішень на державному й регіональному рівнях. У поєднанні з геоінформаційними системами кадастрові дані забезпечують просторову візуалізацію земельних ресурсів, що значно підвищує рівень контролю за дотриманням законності землекористування.

Отже, дослідження значення земельного кадастру у забезпеченні законного використання земель є актуальним та необхідним, оскільки саме кадастрова система формує правову та інформаційну основу для ефективного управління земельними ресурсами, захисту земель як національного багатства та забезпечення збалансованого розвитку територій.

Державний земельний кадастр забезпечує:

Юридичну визначеність:

- Чіткі межі ділянок
- Уникнення земельних спорів
- Неможливість накладення ділянок одна на одну

Контроль за раціональним землекористуванням:

1. Виявлення самовільного зайняття земель
2. Контроль за якістю ґрунтів
3. Оцінка стану земельного фонду

Забезпечення роботи органів влади:

1. Планування територій
2. Формування громад
3. Землеустрій та визначення меж

Попри розвинену систему законодавства, існують певні труднощі:

- Неповнота даних у кадастрі щодо старих ділянок
- Помилки у визначенні координат
- Недостатня актуалізація даних про ґрунти
- Складність процедур зміни цільового призначення

- Корупційні та бюрократичні ризики

Нормативно-правове забезпечення використання земель в Україні є комплексною системою, що включає Земельний кодекс, Лісовий кодекс, Закон про Державний земельний кадастр та інші нормативні акти. Основним принципом є раціональне використання земельного фонду, охорона ґрунтів, збереження лісів і забезпечення прав громадян та юридичних осіб на землю.

Державний земельний кадастр виконує ключову роль у сучасній системі земельних відносин, забезпечуючи точний облік земель, прозорість операцій із землею, контроль за використанням та правову визначеність. Від його ефективного функціонування залежить розвиток аграрного сектору, охорона лісів, організація територій громад та формування інвестиційної привабливості земельних ресурсів.

1.3. Роль ГІС і ДЗЗ у моніторингу земель

Сучасні підходи до моніторингу земель базуються на поєднанні геоінформаційних систем (ГІС), даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) та алгоритмів штучного інтелекту. Ці технології дозволяють оперативно, точно й науково обґрунтовано оцінювати стан земельних ресурсів, прогнозувати зміни та підтримувати раціональне землекористування. За останні роки інтегровані ГІС-ДЗЗ-АІ рішення стали ключовим інструментом у сфері агромоніторингу, лісового господарства, охорони земель та екомоніторингу.

Сучасний моніторинг земельних ресурсів неможливий без застосування геоінформаційних систем (ГІС) та даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), які забезпечують комплексний підхід до оцінювання стану, структури та динаміки землекористування. Поєднання цих технологій дозволяє отримувати просторово узгоджену, об’єктивну та багатоаспектну інформацію про земельні ресурси на різних ієрархічних рівнях — від окремих земельних ділянок до регіонів і держави в цілому.

Геоінформаційні системи виконують ключову інтеграційну функцію у процесі моніторингу земель. Вони забезпечують збирання, зберігання, обробку, аналіз і візуалізацію просторових даних, що надходять з різних джерел, зокрема з

державного земельного кадастру, топографічних карт, статистичних матеріалів та супутникових знімків. Завдяки інструментам просторового аналізу ГІС дають змогу виявляти закономірності розміщення землекористування, оцінювати ступінь антропогенного навантаження, аналізувати конфлікти землекористування та визначати території з підвищеним ризиком деградації.

Дані дистанційного зондування Землі, отримані зі супутникових платформ (Landsat, Sentinel, MODIS та ін.), є основним джерелом актуальної інформації про стан земної поверхні. Їхня перевага полягає у регулярності спостережень, широкому територіальному охопленні та можливості аналізу змін у часі. За допомогою ДЗЗ здійснюється оцінка рослинного покриву, вологості ґрунтів, стану лісових масивів, виявлення деградаційних процесів, таких як ерозія, зниження продуктивності земель, вирубка лісів або наслідки пожеж.

Важливим елементом моніторингу земель є використання спектральних індексів, які розраховуються на основі супутникових знімків. Найпоширенішим є нормалізований диференційний вегетаційний індекс (NDVI), що широко застосовується для оцінки стану та продуктивності рослинності, виявлення сезонних коливань і просторових відмінностей у розвитку сільськогосподарських культур та лісів. Для аналізу лісових екосистем додатково використовуються індекси NBR та NDWI, які дозволяють оцінювати ступінь пошкодження рослинності, вологість біомаси та вплив екстремальних факторів.

Інтеграція ГІС і ДЗЗ створює можливості для проведення аналізу змін землекористування та земного покриву (LULC), що є важливим інструментом у дослідженні трансформацій ландшафтів. Багаторічні супутникові серії дозволяють простежувати тенденції розширення або скорочення сільськогосподарських угідь, фрагментацію лісових територій, зміну інтенсивності землекористування та вплив урбанізаційних процесів. Такий підхід є особливо цінним для регіонів із високою динамікою розвитку, зокрема для Київської області.

Крім того, сучасні підходи до моніторингу земель передбачають використання ГІС як платформи для моделювання та прогнозування змін землекористування. На основі історичних даних ДЗЗ, просторових факторів і статистичних моделей можна

оцінювати ймовірні сценарії розвитку територій, визначати зони потенційного ризику та формувати рекомендації щодо оптимізації використання земель. Це значно підвищує ефективність управлінських рішень і сприяє впровадженню принципів сталого землекористування.

Таким чином, роль ГІС і ДЗЗ у моніторингу земель полягає у забезпеченні науково обґрунтованого, системного та оперативного підходу до оцінки стану земельних ресурсів. Використання цих технологій дозволяє не лише фіксувати поточний стан землекористування, але й аналізувати його динаміку, виявляти проблемні зони та формувати основу для раціонального і законного використання земель.

1.4 ГІС як основа просторового аналізу земель

Геоінформаційні системи забезпечують інтеграцію різних типів земельних даних: кадастрових, топографічних, супутникових, ґрунтових, кліматичних, даних польових обстежень тощо. ГІС дозволяють:

- проводити просторовий аналіз і картографування будь-яких характеристик земель (вологість, деградація, ерозія, типи угідь);
- виконувати просторове моделювання та прогнозування змін у землекористуванні;
- поєднувати дані ДЗЗ з кадастровою інформацією та результатами землевпорядних робіт;
- здійснювати моніторинг великих територій у динаміці.

У сучасних дослідженнях (Sadenova et al., 2024) наголошується, що ефективність управління природними ресурсами значно зростає, коли ГІС є центральною платформою для інтеграції супутникових даних і моделей штучного інтелекту. Саме ГІС забезпечують структурованість, точність та доступність інформації для землевпорядників, екологів, агрономів та органів управління.

1.5 Роль дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) у моніторингу земель

ДЗЗ забезпечує регулярний, масштабний і незалежний контроль територій. Супутникові платформи Sentinel, Landsat, MODIS, WorldView дозволяють отримувати дані про:

- стан рослинності та її фотосинтетичну активність;
- вологість ґрунту;
- зміни структури угідь;
- рівень деградованості земель;
- вирубки лісів, пожежі, підтоплення та інші небажані процеси.

У роботах Lottering, Peerbhay & Adelabu (2025) підкреслюється, що ДЗЗ може замінювати трудомісткі традиційні методи польового моніторингу, забезпечуючи більш точний і динамічний контроль.

Супутникові спостереження мають такі ключові переваги:

- висока частота оновлення даних (кожні 3–5 днів для Sentinel-2);
- великий обсяг охоплення — від поля до регіону чи країни;
- можливість ретроспективного аналізу за декілька десятиліть.

1.6 NDVI як ключовий індикатор стану рослинності

Одним із найпоширеніших показників, що використовується у моніторингу земель, є нормалізований індекс різниці рослинності (NDVI). За оглядом Huang (2021), NDVI залишається базовим інструментом для оцінки біомаси, продуктивності рослин і стану агроекосистем.

Переваги NDVI:

- чутливість до змін у фотосинтетичній активності;
- можливість раннього виявлення стресів рослин (посуха, хвороби, нестача азоту);
- придатність для багаторічного аналізу динаміки розвитку культур;
- простота розрахунку та інтерпретації.

Таблиця 1.4 - Типові значення NDVI

Значення NDVI	**Інтерпретація**
0,7 – 1,0	Густа, здорова рослинність
0,4 – 0,7	Нормальний розвиток культур
0,1 – 0,4	Розріджена рослинність, стрес
< 0,1	Грунт, відкрита поверхня, відсутність рослинності

Завдяки своїй універсальності, NDVI використовується у сільському господарстві, лісівництві, екомоніторингу, кадастровій оцінці й контролі стану земель.

1.7 Інтеграція ГІС, ДЗЗ і штучного інтелекту

Сучасні дослідження (Sadenova) показують, що найефективнішим підходом у моніторингу земель є поєднання ГІС, супутникових даних, алгоритмів AI.

Такі системи дозволяють:

- автоматично класифікувати типи земного покриву та угідь;
- прогнозувати врожайність;
- оцінювати ризики ерозії й деградації;

- виявляти незаконні зміни землекористування;
- будувати моделі сталого землекористування.



Рисунок 1.1 - Основні індекси моніторингу та поєднання ГІС і супутникових даних

Поєднання цих технологій формує сучасні концепції "розумного" землекористування та точного землеробства.

Практичне значення ГІС і ДЗЗ для землеустрою:

1. **Оперативний контроль змін земельного покриву**

Виявлення самовільного будівництва, розорювання, вирубок.

2. **Оцінка стану сільськогосподарських культур**

Аналіз вегетації, прогнозування врожайності, контроль агротехнічних заходів.

3. **Моніторинг деградації ґрунтів**

Виявлення ерозії, засолення, надмірного перезволоження.

4. **Підтримка кадастрових процесів**

Контроль меж земельних ділянок, порівняння фактичного та нормативного землекористування.

5. **Екологічний моніторинг**

Контроль стану лісів, пожеж, заболочених територій.

ГІС і ДЗЗ відіграють ключову роль у сучасному моніторингу земельних ресурсів. Дані дистанційного зондування забезпечують регулярні, точні та великомасштабні спостереження за земельними угіддями, тоді як ГІС надають інструменти для глибокого аналізу та формування моделей землекористування. Використання індексів, таких як NDVI, дозволяє швидко оцінювати стан рослинності та виявляти проблеми в агроекосистемах.

Інтеграція ГІС, ДЗЗ і штучного інтелекту формує новий підхід до управління земельними ресурсами, який забезпечує точність, ефективність і екологічну стійкість. Це відкриває можливість створення комплексних систем моніторингу, які допомагають державним органам, аграрним підприємствам і землевласникам приймати науково обґрунтовані рішення щодо використання й охорони земель.

2. Природно-географічна характеристика Київської області

Оцінка ефективності використання земельних ресурсів неможлива без урахування природно-географічних умов території, у межах якої здійснюється землекористування. Природні чинники формують потенціал земель, визначають їх продуктивність, екологічну стійкість та обмеження у використанні, а також зумовлюють просторову диференціацію сільськогосподарських і лісових угідь. Саме тому дослідження природно-географічних особливостей Київської області є необхідною передумовою для коректної інтерпретації результатів ГІС- та ДЗЗ-аналізу.

Київська область вирізняється складною просторовою структурою, зумовленою поєднанням різних природних зон, ландшафтів і типів ґрунтів, а також значною різноманітністю кліматичних та гідрологічних умов. Такі особливості істотно впливають на характер землекористування, рівень сільськогосподарської освоєності території та стан лісового фонду. Крім того, регіон зазнає помітного антропогенного навантаження, пов’язаного з розвитком аграрного виробництва, урбанізаційними процесами та транспортною інфраструктурою, що посилює актуальність комплексного аналізу природного середовища.

У межах цього розділу розглядаються адміністративно-територіальна структура Київської області, основні природні умови та сучасна структура землекористування, включаючи лісовий фонд. Такий підхід дозволяє сформувати цілісне уявлення про природні передумови використання земель, виявити просторові відмінності та створити науково обґрунтовану базу для подальшого практичного ГІС-аналізу ефективності використання сільськогосподарських і лісових земель.

2.1. Адміністративно-територіальна структура

Київська область є однією з ключових адміністративно-територіальних одиниць України, що займає центральне положення в межах держави та відіграє важливу роль у соціально-економічному розвитку країни. Область оточує місто Київ, яке має спеціальний статус та не входить до її адміністративного складу, проте істотно впливає на формування просторової структури, землекористування та господарської діяльності регіону.

У сучасному адміністративно-територіальному устрої Київська область поділяється на райони, територіальні громади, міста, селища та сільські населені пункти. Внаслідок адміністративно-територіальної реформи 2020 року відбулося укрупнення районів та формування об’єднаних територіальних громад, що змінило систему управління земельними ресурсами та просторового планування. На сьогодні область складається з кількох укрупнених районів, у межах яких функціонують територіальні громади з різним рівнем урбанізації, щільності населення та характером землекористування.

Адміністративно-територіальна структура Київської області характеризується значною різноманітністю. Північні та північно-західні райони мають високу частку лісових масивів і природоохоронних територій, що зумовлює переважання лісогосподарського та рекреаційного землекористування. Центральні та південні частини області вирізняються інтенсивним сільськогосподарським освоєнням, значною площею орних земель та розвиненою аграрною інфраструктурою. Приміські території навколо столиці зазнають посиленого урбанізаційного тиску, що проявляється у зміні цільового призначення земель, розширенні житлової та промислової забудови й зростанні транспортного навантаження.

Важливим елементом адміністративно-територіальної структури є система населених пунктів, яка формує каркас землекористування області. Міста обласного та районного значення виступають центрами концентрації населення, виробництва та інфраструктури, тоді як сільські громади зосереджують основні масиви сільськогосподарських угідь. Така просторово-функціональна диференціація

безпосередньо впливає на структуру земельного фонду, інтенсивність його використання та екологічний стан територій.

З точки зору ГІС-аналізу адміністративно-територіальна структура Київської області є базовим каркасом для систематизації просторових даних, проведення порівняльного аналізу та узагальнення результатів дослідження. Чітке окреслення меж районів і територіальних громад дозволяє зіставляти показники ефективності використання сільськогосподарських та лісових земель, виявляти просторові диспропорції та формувати адресні рекомендації для окремих територій.

Таким чином, адміністративно-територіальна структура Київської області визначає просторові умови організації землекористування та слугує основою для подальшого аналізу природних, господарських і екологічних особливостей регіону в межах даного дослідження (рис. 2.1).

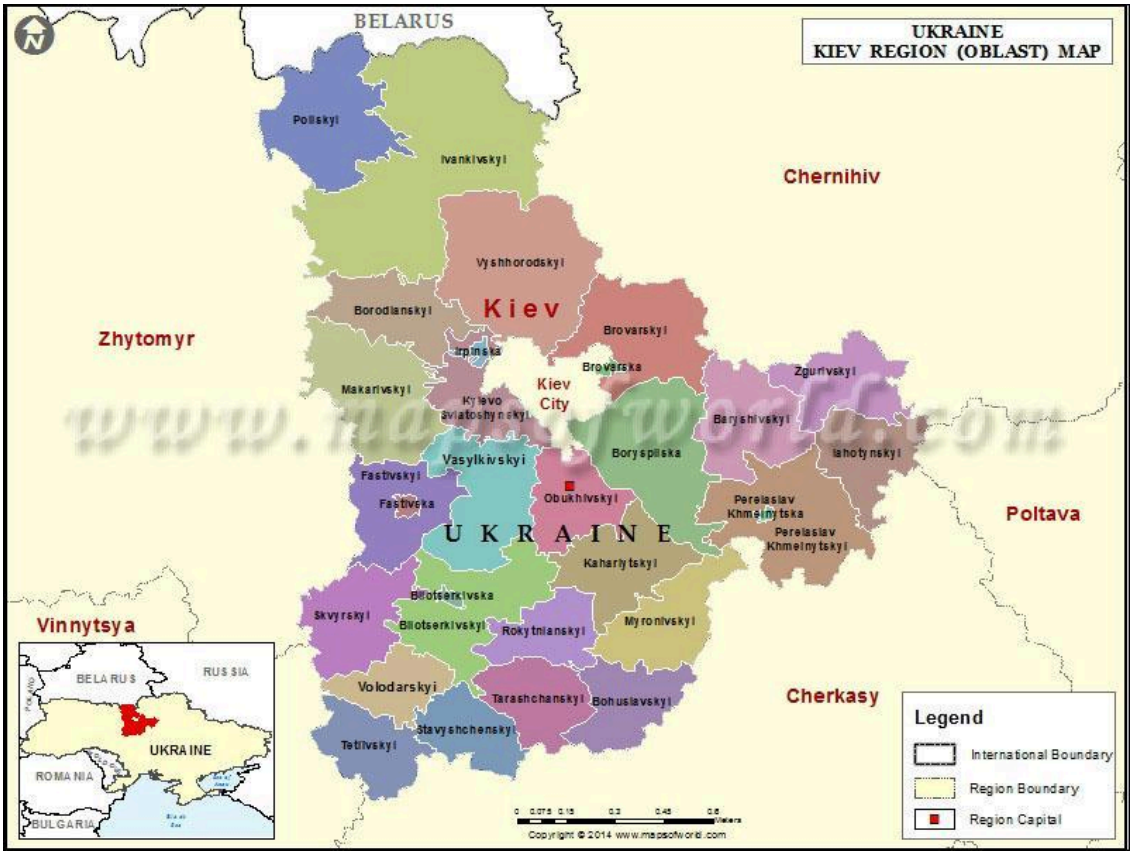


Рисунок 2.1 - Адміністративно-територіальна структура Київської області

Київська область утворена 27 лютого 1932 року.

За останньою інформацією, територія області становить приблизно 28,9 тис. кв. км.

Область розташована в центральній — північній частині України. Вона межує з такими областями: на заході — з Житомирська область, на південному-заході — з Вінницька область, на півдні — з Черкаська область, на південному-сході та сході — з Полтавська область, на сході/сходо-півночі — з Чернігівська область; на півночі — межує з Білоруссю (Гомельська область).

Адміністративний поділ

Згідно з офіційним документом Інвестиційний паспорт Київської області (і додатковими даними) після адміністративної реформи 2020 року область поділена на:

- 7 районів
- 69 територіальних громад (ТГ) — у складі районів.

Нижче — перелік районів та адміністративні центри:

№	Район	Адміністративний центр
1	Білоцерківський	м. Біла Церква
2	Бориспільський	м. Бориспіль
3	Броварський	м. Бровари
4	Бучанський	м. Буча
5	Вишгородський	м. Вишгород
6	Обухівський	м. Обухів
7	Фастівський	м. Фастів

Територіальні громади (ТГ)

- Загальна кількість громад — 69.
- Вони поділяються на: місцькі (міські), селищні, сільські громади.
- Такий поділ забезпечує децентралізоване управління, зручність адміністрування та представництво місцевих інтересів на рівні громад.

Сьогодні відбувається динамічний процес формування спроможних об’єднаних територіальних громад (ОТГ). Багато громад існує у форматі «один район — одна громада», що призводить до дублювання повноважень та функцій у межах одного й того ж району різними інституціями, оскільки є райдержадміністрація, райрада та відповідна місцева рада вже сформованої ОТГ.

Через це має місце неефективне витрачання коштів, фактично неефективне управління цими одиницями.

Ще одна проблема — несистемне та нераціональне розташування територіальних органів центральних органів виконавчої влади та територій їхньої юрисдикції. Наприклад, мережа та територія юрисдикції територіальних органів багатьох ЦОВВ не співпадають з юрисдикцією території адміністративних районів.

Це призводить до того, що житель одного населеного пункту району для отримання різних послуг іноді буває змушений їхати в різні міста або селища області. Таке нераціональне розташування продиктувало можливість та необхідність реформування адміністративно-територіального устрою субрегіонального рівня.

Крім того, Директива №1059/2003 Європейського Парламенту і Ради «Про створення загальної класифікації територіальних одиниць для статистики (NUTS)» рекомендує чисельність населення адміністративно-територіальної одиниці районного рівня від 150 до 800 тисяч населення. Більшість районів в Україні, яких наразі налічується 490, не відповідає цим нормам.

При формуванні пропозицій щодо нового субрегіонального рівня експерти враховували наступні критерії:

1. чисельність населення: від 150 до 800 тисяч осіб;
2. компактність території: при цьому формування нових районів не передбачало зміни меж областей;
3. доступність до послуг: бажано, щоб усі території сільських, селищних громад були розташовані в 60-кілометровій зоні доступності до нового адміністративного центру;
4. кількість громад.

При визначенні проектного адміністративного центру одиниці субрегіонального рівня враховувалися такі вимоги:

- спроможність виконувати певні повноваження: апріорі місто — обласний центр одночасно є адмінцентром для нового району;
- чисельність населення: бажано не менше ніж 50 тисяч осіб (за виключенням, якщо немає альтернативи);
- розташування населеного пункту (потенційного адміністративного центру) більше ніж за 30 км від межі міста (обласного центру);
- кадрова спроможність: якщо є кадровий потенціал державних службовців, які вже працювали в центральних органах виконавчої влади, сформований на місцях, то його можна використовувати для таких органів у новоствореному адміністративному центрі;
- інфраструктурна спроможність, транспортна доступність.

У результаті спільних з Київською ОДА та районними робочими групами обговорень замість 25 існуючих районів області пропонується утворити 6 повітів, хоча були й інші пропозиції.

Але, по-перше, треба враховувати, що в Київській області знаходиться м. Київ, який фактично вже є агломерацією. Густота населення вища, ніж в інших областях, сформована досить вдала транспортна інфраструктура. Тому експерти запропонували 2 варіанти районного поділу, які відрізняються складом двох укрупнених районів і відповідно адміністративними центрами.

Пропонується утворити Ірпіньський, Васильківський або Фастівський, Білоцерківський, Обухівський, Бориспільський, Переяслав-Хмельницький повіти. Вони повністю відповідають критеріям NUTS щодо чисельності населення.



Рисунок 2.2 - Перший варіант адміністративного поділу Київської області



Рисунок 2.3 - Другий варіант адміністративного поділу Київської області

Населення

Згідно з офіційними даними:

- Станом на 01 лютого 2022 року загальна чисельність населення області — 1 795,5 тис. осіб.
- З них у містах — 1 131,2 тис. осіб (≈ 63 %), у селищах і сільських населених пунктах — 664,3 тис. осіб (≈ 37 %).

Це вказує на переважно урбанізований характер населення, проте значна частина проживає в сільській місцевості або малих населених пунктах.

Значення адміністративно-територіального устрою для землевпорядкування

- Поділ на райони та територіальні громади створює адміністративну основу для здійснення землеустрою, кадастрових робіт, розмежування територій, ведення місцевого самоврядування.
- Через чіткий адміністративний поділ зручно виділяти землі для різних цілей: сільське господарство, забудова, охорона природи, інфраструктура тощо.
- Організація громад дає змогу збирати локальні дані — про населення, землекористування, природні ресурси; це важливо для планування розвитку, інвестицій, екологічного моніторингу.
- Адміністративні межі + чисельність населення + структура громад відіграють роль при визначенні податків, оренди, землевідведень, розподілу ресурсів та землекористування.

Адміністративно-територіальна структура Київської області — 7 сучасних районів та 69 територіальних громад — є чіткою та функціональною. Разом із розумінням населення (міське/сільське), така структура створює стабільну організаційну основу для планування, землеустрою, управління земельними ресурсами.

2.2. Природні умови

Природні умови Київської області формують унікальний комплекс кліматичних, геологічних, гідрологічних і ґрунтових характеристик, які суттєво впливають на землекористування, екологічний стан території та розвиток господарства. Дані Інвестиційного паспорта Київської області (2021) дозволяють узагальнити ключові природні компоненти регіону, тоді як публікація Smith-Tripp (2020) демонструє важливість сучасних технологій дистанційного зондування для оцінки стану природних ландшафтів, зокрема лісів, у контексті кліматичних змін.

Кліматичні умови

Київська область знаходиться в зоні помірно-континентального клімату, для якого характерні (табл. 2.1):

- тепле літо
- помірно холодна зима
- нерівномірний розподіл опадів протягом року

Таблиця 2.1 - Дані Інвестиційного паспорта області (2021):

Показник	Значення
Середня річна температура	+7…+8 °C
Середня температура січня	–5…–6 °C
Середня температура липня	+18…+20 °C
Річна кількість опадів	500–650 мм
Тривалість вегетаційного періоду	≈ 190 - 210 днів

Клімат області сприятливий для більшості видів сільськогосподарських культур – зернових, технічних та кормових. Достатня кількість опадів і помірні температури створюють умови для природного росту лісів, хоча кліматичні зміни останніх років спричиняють:

- посилення ризиків посух
- збільшення кількості екстремальних температурних коливань
- зміну сезонних циклів вегетації

Відповідно до Smith-Tripp (2020), такі кліматичні зміни особливо впливають на здоров'я лісових масивів, що робить супутниковий моніторинг необхідним інструментом для оцінки стресу рослинності та стану лісових екосистем.

Рельєф і геоморфологічні особливості

Рельєф області переважно рівнинний, з невеликими висотними коливаннями. Він утворений:

- лесовими відкладами
- алювіальними терасами
- хвилястими вододільними просторами

Найхарактерніші елементи рельєфу:

- Придніпровська низовина — південно-східна частина області
- Поліська низовина — північ
- лесові плато — центральна частина

Рівнинний характер території сприятливий для:

- землеробства
- лісового господарства
- розвитку транспортної інфраструктури

Ґрунти

Ґрунтовий покрив Київської області відзначається значною різноманітністю. Згідно з Інвестиційним паспортом (табл. 2.2, рис. 2.3).

Таблиця 2.2 - Основні типи ґрунтів Київської області

Зона	**Характерні ґрунти**	**Особливості**
Полісся (північ області)	дерново-підзолисті, піщані, супіщані	Менш родючі, кислі, потребують вапнування та внесення органічних добрив
Лісостеп (центральна та південна частини)	сірі лісові ґрунти, опідзолені чорноземи	Достатньо родючі, використовуються для зернових та технічних культур
Заплави річок	лучні, лучно-болотні, торфові	Потребують меліорації; важливі для кормовиробництва та екосистем

Водні ресурси

Водна мережа Київської області є однією з найрозвиненіших в Україні. Це підтверджено у звітах обласної адміністрації (табл. 2.3).

Основу гідромережі становлять:

- р. Дніпро — головна водна артерія області
- Канівське та Київське водосховища
- річки: Ірпінь, Десна, Тетерів, Рось, Здвиж, Бородянка
- значна кількість ставків і малих озер

Таблиця 2.3 - Водні ресурси Київської області

Кількість річок				Довжина в межах області			
Загальна кількість, (шт.)	Великі, (шт.)	Середні, (шт.)	Малі, (шт.)	Всього, тис.км	Великі, тис.км	Середні, тис.км	Малі, тис.км
1523	3	9	1511	8,731	0,4	0,8	7,5
Озера				Водосховища			

Загальна кількість, (шт.)	Площа дзеркала, га	Загальна кількість, (шт.)	Площа дзеркала, га	Обсяг води при НПР, млн.куб.м	Загальна кількість, шт.	Площа дзеркала, га	Обсяг води при НПР, млн.куб.м
135	981,7	3175	16990,48	244,95	64	10695,9	211,63

Водні ресурси відіграють ключову роль у:

- зрошенні сільгоспугідь
- забезпеченні промислових потреб
- формуванні мікроклімату
- рекреаційній діяльності
- екосистемній рівновазі регіону

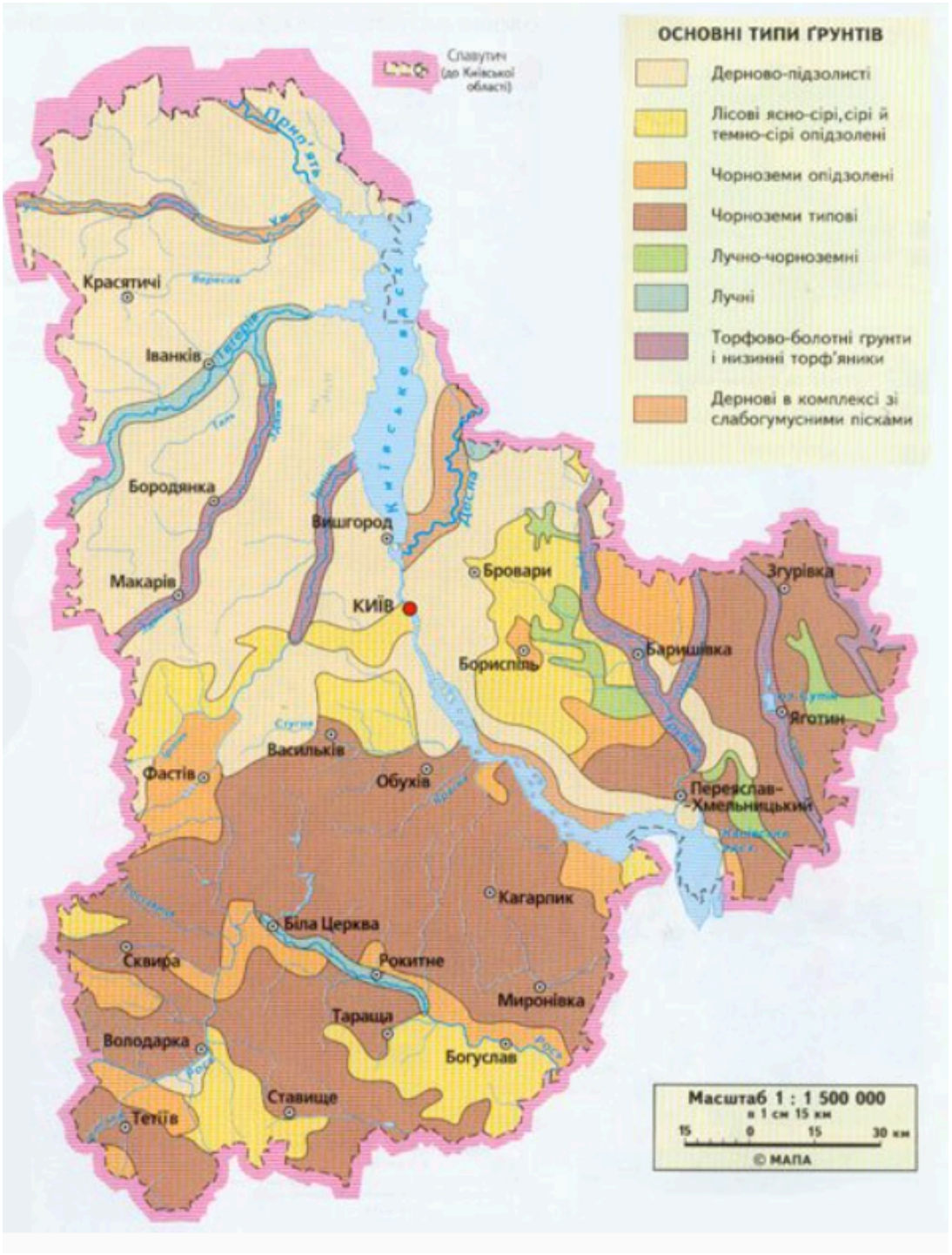


Рисунок 2.3 - Ґрунти Київської області та інші геологічні структури

Лісові ресурси та природні ландшафти

За офіційними даними області:

- Лісистість становить понад 22 % території.
- Площа лісів — близько 720 тис. га.

Таблиця 2.4 - Переважаючі породи лісових ресурсів Київської області

Порода	Частка в структурі
Сосна	≈ 60–61 %
Дуб	≈ 19 %
Береза, вільха та інші	≈ 20 %

2.2.1 Значення дистанційного зондування для оцінки лісів

У роботі Smith-Tripp (2020) наголошується, що ДЗЗ дає можливість:

- виявляти осередки всихання сосни
- картувати пошкоджені ділянки
- оцінювати вплив кліматичних факторів (температурні стреси, зміни вологості)
- здійснювати довгостроковий екологічний моніторинг

Це особливо актуально для Київської області, де великі площі лісів зазнають (рис. 2.4):

- природних пожеж
- деградації піщаних ґрунтів
- антропогенного впливу

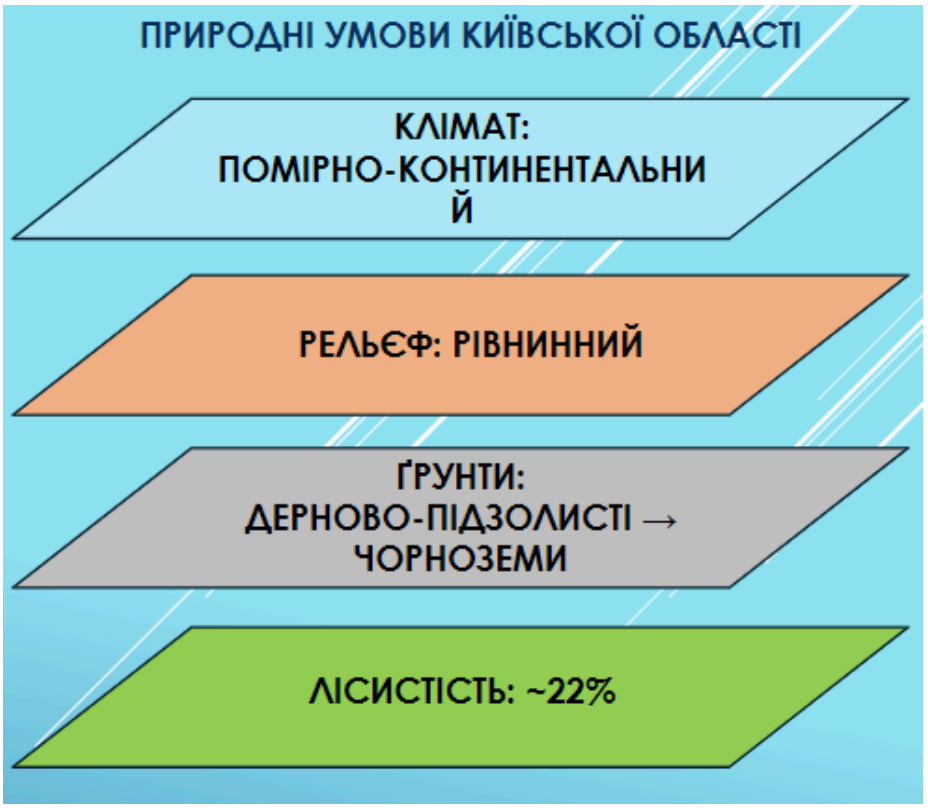


Рисунок 2.4 - Схема природних умов Київської області

Природні умови Київської області є сприятливими для розвитку сільського господарства, лісового господарства та урбанізованих територій. Різноманітний ґрунтовий покрив, густо розгалужена річкова мережа та значні лісові масиви забезпечують потужний природно-ресурсний потенціал регіону. Проте кліматичні зміни створюють нові виклики, особливо для лісових екосистем, що потребує застосування сучасних методів моніторингу. Як зазначає Smith-Tripp (2020), дистанційне зондування стає важливим інструментом для аналізу стану лісів і виявлення змін у ландшафтній структурі під впливом природних і антропогенних факторів.

2.3. Структура землекористування, включаючи лісовий фонд

Структура землекористування Київської області характеризується високою різноманітністю та поєднанням сільськогосподарських угідь, лісових територій, водного фонду, земель населених пунктів та територій промислово-транспортного призначення. Розподіл земельного фонду формується під впливом природно-географічних, соціально-економічних та екологічних факторів. Методи дистанційного зондування (ДЗЗ) і геоінформаційні системи (ГІС), про які йдеться у роботах Mitchell et al. (2024) та Dargains (2020), відіграють ключову роль у моніторингу землекористування та оцінюванні стану лісових та аграрних територій (рис.2.5, табл. 2.5).



Рисунок 2.5 - Загальна структура земельного фонду Київської області

Таблиця 2.5 - Основні категорії земель Київської області

Категорія земель	Орієнтовна характеристика
Сільськогосподарські землі	Переважають у центральній та південній частинах області; використовуються для вирощування зернових, технічних культур та тваринництва.

Категорія земель	Орієнтовна характеристика
Лісовий фонд	Значні площі Полісся — соснові та мішані ліси; лісистість області 21–23 %.
Землі водного фонду	Дніпро, Десна, водосховища, притоки та ставки.
Землі населених пунктів	Висока концентрація навколо Києва та великих міських агломерацій.
Землі промисловості та транспорту	Уздовж основних магістралей, промислових зон і територій навколо Києва.
Природно-заповідний фонд	Регіональні ландшафтні парки, заказники, заповідні урочища.

Ці категорії формують комплексну просторову структуру, де урбанізовані, природні та сільськогосподарські землі взаємодіють у межах єдиної екосистеми.

2.4 Сільськогосподарські землі

Сільське господарство є одним із ключових напрямів землекористування в області. Згідно з методологічними підходами Dargains (2020), ГІС-технології дозволяють (табл. 2.6):

- картувати структуру агровиробництва
- виявляти деградовані або еродовані ділянки
- оптимізувати схеми сівозмін
- оцінювати продуктивність на основі індексів NDVI, EVI та інших показників ДЗЗ

Таблиця 2.6 - Основні види агровиробництва у Київській області

Напрям	Характеристика
Рослинництво	Пшениця, кукурудза, соя, ріпак, соняшник.
Овочівництво	Поширене ближче до великих міст та логістичних центрів.
Тваринництво	Фермерські господарства по всій області.
Сіножаті та пасовища	Поширені у заплавах річок.

GIS-аналіз дозволяє відстежувати зміни площ агровугідь, виявляти інтенсивність обробітку, а також прогнозувати стійкість агросистем до кліматичних змін.

2.5 Лісовий фонд Київської області

Лісовий фонд охоплює значні території області, переважно у північних та західних районах, де поширені піщані й супіщані ґрунти, сприятливі для соснових насаджень (рис. 2.6). До складу лісового фонду входять:

- державні ліси
- комунальні та приватні лісові ділянки
- рекреаційні, захисні та експлуатаційні ліси

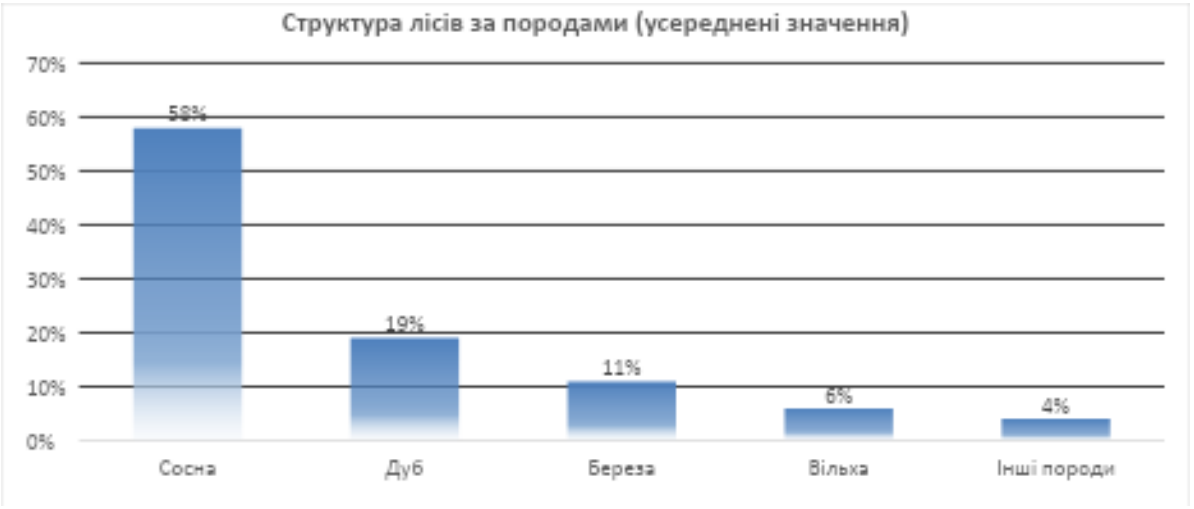


Рисунок 2.6 - Моніторинг лісової деградації за допомогою ДЗЗ (за Mitchell et al., 2024)

У статті Mitchell et al. (2024) розглядаються сучасні підходи до оцінки та виявлення лісової деградації, які є актуальними для Київської області, де значні площі соснових лісів страждають від:

- пожеж
- пошкоджень короїдом
- зниження рівня ґрунтових вод
- антропогенного впливу (вирубки, рекреація)

Методи, які застосовуються для моніторингу лісів:

1. Оптичні супутникові дані (Landsat, Sentinel-2):

- аналіз індексів NDVI, NBR, NDMI
- виявлення стресу та деградації крони

2. Лазерне сканування (LiDAR):

- оцінка висоти деревостану
- визначення зменшення щільності лісу

3. Радарні дані (Sentinel-1):

- можливість спостереження за будь-яких погодних умов
- оцінка структури лісу

Таблиця 2.7 - Приклад (умовний) індикаторів деградації лісів

Індекс	Значення	Інтерпретація
NDVI ↓	0.7 → 0.45	Зниження життєдіяльності рослинності
NBR ↓	0.43 → 0.28	Ознаки постпожежних змін
NDMI ↓	0.3 → 0.12	Дефіцит вологи, висихання

Такі методи є основою сучасного моніторингу лісового фонду й дозволяють визначати зони ризику.

2.6 Просторовий аналіз структури землекористування у ГІС

ГІС-технології є фундаментальним інструментом для просторового аналізу землекористування області. Dargains (2020) зазначає, що ГІС дозволяє:

- інтегрувати дані ДЗЗ, кадастрові та польові дані
- формувати цифрові карти угідь
- контролювати зміни структури землекористування у часі
- визначати конфлікти землекористування (агро—лісові, урбанізаційні)
- оцінювати вплив людини на природні ландшафти.

(Проценти — орієнтовні, на основі регіональної статистики, вони показують структуру, а не точні офіційні дані.)

Структура землекористування Київської області має комплексний характер, поєднуючи аграрні, лісові, урбанізовані та природоохоронні землі. Лісовий фонд є важливою складовою екосистеми регіону, потребує регулярного моніторингу та своєчасного виявлення деградаційних процесів. Методики, описані Mitchell et al. (2024), є актуальними для контролю стану лісів області, особливо у зв’язку з кліматичними змінами та антропогенним навантаженням.

ГІС-технології, згідно з Dargains (2020), надають можливість системно управляти територіями, оптимізувати використання аграрних земель і забезпечувати стале природокористування. У поєднанні з даними дистанційного зондування вони формують основу сучасної системи моніторингу землекористування Київської області (рис.2.7).

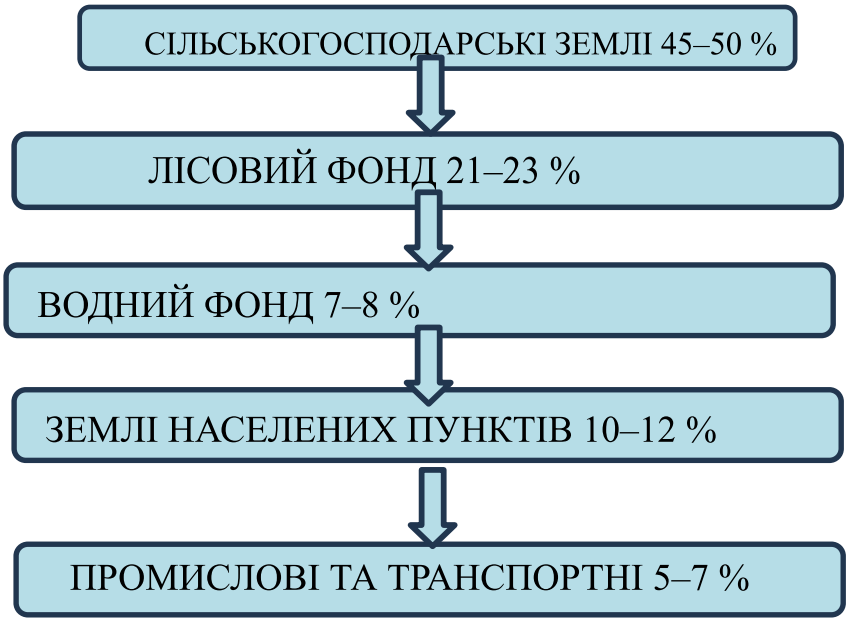


Рисунок 2.7 - Схема (умовна) структури землекористування Київської області

3. Методика дослідження

Для обґрунтування наукових підходів і практичних інструментів, обраних для досягнення поставленої мети кваліфікаційної роботи – виконати порівняльний аналіз ефективності використання сільськогосподарських та лісових земель Київської області.

Актуальність цього розділу зумовлена тим, що традиційні методи оцінки стану земель часто є трудомісткими, повільними або не забезпечують достатнього рівня деталізації, що робить необхідним впровадження сучасних технологій.

Таким чином, у цьому розділі розроблено методику застосування геоінформаційних систем (ГІС) та даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), які є необхідним інструментом сучасної системи управління земельними ресурсами. Методологія забезпечує високу точність, оперативність та об’єктивність аналізу для двох ключових категорій земель регіону.

У межах дослідження методика базується на трьох основних блоках:

1. Збір та інтеграція даних: Використовуються офіційні кадастрові, картографічні та супутникові дані (зокрема, знімки Landsat та Sentinel-2), які є основою для побудови ГІС-бази даних.

2. Комплексний індексний аналіз: Застосовується індексний аналіз для об’єктивної оцінки стану угідь: NDVI (для оцінки продуктивності та стану сільськогосподарських земель) та NBR і NDWI (для моніторингу лісових масивів і виявлення деградації, пожеж та водного стресу).

3. Аналіз просторових змін (LULC): Методика включає аналіз змін землекористування та просторове моделювання, що дозволяє виявити проблемні ділянки.

Практична реалізація методики здійснюється у середовищі QGIS, що дозволяє інтегрувати кадастрові межі із супутниковими спостереженнями та застосовувати алгоритми просторового аналізу, необхідні для формування науково обґрунтованих рекомендацій

3.1. Джерела даних (кадастр, лісовий кадастр, супутникові знімки)

Для дослідження структури землекористування, стану лісового фонду та аналізу природно-географічних характеристик Київської області застосовуються комплексні джерела просторової інформації. Найбільш важливими серед них є:

1) дані Державного земельного кадастру України
2) супутникові знімки та продукти дистанційного зондування Землі (ДЗЗ)
3) ГІС-орієнтовані набори даних, рекомендовані сучасними науковими методиками.

У поєднанні ці джерела забезпечують можливість створення високоточних моделей території, оцінювання стану лісів, діагностики деградаційних процесів та моніторингу землекористування. Подібний інтегрований підхід описаний у роботі Sadenova et al. (2024), де розглядається ефективність комбінування супутникових даних, ГІС та алгоритмів штучного інтелекту для сталого природокористування.

Дані Державного земельного кадастру України (ДЗК)

Державний земельний кадастр є основним офіційним джерелом інформації про земельні ділянки в Україні. Для досліджень землеустрою та лісового фонду використовуються такі типи даних із кадастру:

Кадастрові плани та межі земельних ділянок

- Містять інформацію про форму, площу, конфігурацію ділянок.
- Дозволяють ідентифікувати категорію земель (с/г призначення, лісовий фонд, природно-заповідні території тощо).
- Використовуються для аналізу структурних змін землекористування.

Відомості про цільове призначення та вид використання

- Дозволяють встановити фактичний та дозволений тип землекористування.
- Використовуються для виявлення невідповідностей (наприклад, рілля на територіях ПЗФ або самовільні рубки).

Атрибутивні дані

- Відомості про власників і користувачів земель.
- Дані про нормативну грошову оцінку.
- Опис якісного складу земель (коди угідь).

Геопросторові шари

- Межі адміністративних одиниць, кадастрових кварталів і зон.
- Служать основою для просторової прив’язки супутникових даних.

Таким чином, кадастрова інформація є базовим структурним компонентом дослідження, оскільки вона забезпечує юридичну точність і дозволяє інтегрувати інші дані в єдиному ГІС-середовищі.

Супутникові знімки та продукти дистанційного зондування Землі (ДЗЗ)

Дані ДЗЗ є головним джерелом інформації для аналізу природних ресурсів, моніторингу стану лісів та оцінки змін землекористування. Сучасні роботи (зокрема Smith-Tripp, 2020) зазначають, що супутникові знімки є найефективнішим способом оцінки стану рослинності завдяки можливості обчислення індексів NDVI, NBR, NDMI тощо.

У межах дослідження використовуються такі типи супутникових даних:

Данні Landsat (програма NASA/USGS)

Характеристики:

- Просторова роздільна здатність: 30 м.
- Періодичність зйомки: 16 днів.
- Архів знімків з 1980-х років.

Застосування:

- Розрахунок NDVI для визначення стану рослинності (за Smith-Tripp, 2020).
- Аналіз довготривалих тенденцій вирубок, пожеж, деградації лісів.
- Післяпожежний моніторинг на основі NBR (Normalized Burn Ratio).

Sentinel-2 (Програма Copernicus, ESA)

Характеристики:

- Просторова роздільна здатність: 10–20 м.

- Висока спектральна деталізація.
- Періодичність: 5 днів.

Застосування:

1. Моніторинг інтенсивності землекористування.
2. Створення карт структурних змін у лісах.
3. Виявлення незаконного землекористування (зміна площі ріллі, забудови).

LiDAR та радарні дані

У роботі Sadenova et al. (2024) підкреслено важливість використання радарної та лазерної інформації для оцінки структурних характеристик лісу:

- LiDAR — визначення висоти деревостану та щільності покриву.
- SAR (радар Sentinel-1) — аналіз структури лісу за будь-яких погодних умов.

Ці дані особливо важливі у районах з частими хмарностями.

ГІС та інтегровані просторові дані

Сучасні дослідження сталого землекористування (Sadenova et al., 2024) наголошують на необхідності поєднання даних різного типу у єдиному ГІС-середовищі. Таке поєднання дозволяє:

- проводити аналіз конфліктів землекористування
- інтегрувати кадастрові межі зі супутниковими знімками
- проводити просторове моделювання деградації лісів
- автоматизувати аналітичні процедури за допомогою алгоритмів штучного інтелекту
- будувати багатошарові карти

Прикладами ГІС-орієнтованих даних є:

- цифрові моделі рельєфу (ЦМР)
- карти ґрунтів
- карти лісистості й типів рослинності
- результати класифікації супутникових знімків

Використання індексів рослинності (NDVI) як окремого джерела інформації

Smith-Tripp (2020) детально демонструє можливості застосування NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) для:

- оцінки змін біомаси
- визначення деградованих ділянок
- моніторингу сезонної динаміки рослинності
- контролю за станом лісових масивів

NDVI = (NIR – RED) / (NIR + RED) де

NIR — відбиття у ближньому інфрачервоному діапазоні

RED — у червоному

Для лісів Київської області це дозволяє:

- визначати осередки всихання сосни
- виявляти пошкоджені ділянки після пожеж
- оцінювати водний стрес

Для виконання комплексного дослідження землекористування Київської області використовується поєднання офіційних кадастрових даних, супутникових знімків та інформації ГІС. Дані ДЗК забезпечують юридичну точність меж та категорій земель, тоді як супутникові дані (Landsat, Sentinel-2, LiDAR, SAR) дають можливість оцінити фактичний стан територій.

Сучасні методи, описані Sadenova et al. (2024), доводять ефективність інтеграції ДЗЗ + ГІС + алгоритмів штучного інтелекту для моніторингу лісів і земель. Робота Smith-Tripp (2020) демонструє практичність застосування NDVI для швидкого аналізу стану рослинності.

Таким чином, саме комбінація різних типів даних забезпечує найбільш повне та достовірне дослідження змін у землекористуванні.

3.2. Побудова ГІС бази даних

Побудова ГІС-бази є одним з найважливіших етапів просторових досліджень, оскільки саме вона забезпечує можливість об’єднання, аналізу та подальшого моделювання даних щодо землекористування. У межах сучасних підходів до моніторингу територій ГІС виступає платформою, що поєднує кадастрову інформацію, супутникові знімки, індексні карти та результати моделювання. Роботи Muhammad et al. (2022) та Delgado et al. (2025) демонструють, що ефективна ГІС-база повинна бути багатокомпонентною: включати як офіційні векторні шари, так і спектральні дані супутникових місій, інтегровані зі статистичними та машинними методами аналізу.

Під час формування ГІС для дослідження землекористування Київської області, перш за все, створюється набір базових шарів. До них належать межі адміністративно-територіальних одиниць, кадастрові квартали, земельні ділянки, лісові масиви, водні об’єкти та інші елементи просторової структури. Ці дані забезпечують основу для точного просторового позиціонування всіх інших інформаційних ресурсів. Із супутникових джерел використовуються багатоспектральні знімки Sentinel-2 та Landsat, які дозволяють проводити спектральний аналіз та визначати зміни у землекористуванні за багаторічні періоди (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 - Основні типи даних, що використовуються при побудові ГІС-бази

Тип даних	**Формат**	**Джерело**	**Призначення**
Адміністративні межі	Vector (SHP, GeoJSON)	ДЗК	Просторова основа
Кадастрові ділянки	Vector	ДЗК	Аналіз землекористування

Тип даних	Формат	Джерело	Призначення
Супутникові знімки Sentinel-2	Raster	ESA	Спектральний аналіз, NDVI
Супутникові знімки Landsat	Raster	USGS/NASA	Динаміка LULC за 20–30 років
Модель рельєфу (DEM)	Raster	Copernicus, SRTM	Аналіз рельєфу, моделювання
Класифіковані карти LULC	Raster/Vector	QGIS, MOLUSCE	Аналіз змін, прогноз
Атрибутивні таблиці	DBF, CSV	Кадастр, ГІС	Характеристики земель

Опис методики побудови ГІС-бази даних

У межах підходу Muhammad et al. (2022) ключовим інструментом формування ГІС-бази є програма QGIS, доповнена плагіном MOLUSCE, що спеціалізується на аналізі змін землекористування. Автори описують процес як поетапне формування багатошарової структури даних, що охоплює завантаження супутникових знімків за різні роки, їх попередню обробку (калібрування, обрізка по контуру досліджуваної території), класифікацію території та аналіз змін між часовими зрізами.

Після обробки знімків створюються карти типів землекористування (LULC), на основі яких визначаються просторові зміни, такі як розширення забудови, зменшення площ лісів або трансформація аграрних угідь. Плагін MOLUSCE дозволяє порівнювати карти різних років, будувати матриці переходів між класами, а також прогнозувати майбутні зміни на основі моделей штучних нейронних мереж, логістичної регресії та інших методів машинного навчання. Таким чином, ГІС-база поступово трансформується у динамічну систему, здатну не лише відображати поточний стан території, а й прогнозувати її розвиток.

З іншого боку, підхід Delgado et al. (2025) наголошує на важливості комплексного моделювання, у якому окрім супутникових та класифікованих карт

враховуються природні, соціальні та інфраструктурні фактори, що впливають на розвиток землекористування. До таких факторів належать густота населення, близькість до транспортної мережі, доступ до водних ресурсів, рельєф, типи ґрунтів та екологічні обмеження. Моделі Delgado et al. формують сценарії землекористування майбутніх років, що дає змогу оцінювати можливі ризики урбанізації або деградації природного покриву.

Таблиця 3.2 - Порівняння методик Muhammad et al. (2022) і Delgado et al. (2025)

Критерій	**Muhammad et al. (2022)**	**Delgado et al. (2025)**
Основний інструмент	QGIS + MOLUSCE	ГІС + моделі ML
Тип аналізу	Аналіз змін (Change Detection)	Прогнозування майбутніх змін
Джерела даних	Супутникові знімки LULC	Супутникові дані + фактори середовища
Фокус	Просторова динаміка ($t_1 \rightarrow t_2$)	Сценарне моделювання
Результат	Карти змін LULC	Прогнозні карти 2030–2050

У результаті побудови ГІС-бази формується багаторівнева структура, що забезпечує можливість детального аналізу поточного стану землекористування, виявлення історичних змін і створення прогнозів майбутнього розвитку території. Такі бази є фундаментом для прийняття управлінських рішень, планування територій, оцінки екологічних загроз і розроблення стратегій сталого землекористування.

3.3. Методи аналізу: NDVI для сільськогосподарських земель, NBR / NDWI для лісових масивів, аналіз змін площ

Сучасні технології дистанційного зондування Землі в поєднанні з ГІС стали одним із ключових інструментів моніторингу земельних ресурсів. Дані супутників дозволяють оцінювати стан рослинності, виявляти деградацію угідь, визначати зміни земного покриву та прогнозувати подальшу динаміку територій.

Одними з найбільш поширених інструментів є індекси NDVI, NBR, NDWI, а також методи аналізу змін площ (LULC change detection).

NDVI для оцінки сільськогосподарських угідь

Нормалізований різницевий вегетаційний індекс NDVI широко використовується в аграрному секторі для визначення інтенсивності росту рослин, рівня біомаси та стану вегетації. Дослідження Huang S. підкреслюють його стабільність та чутливість до змін рослинного покриву. Індекс виражає різницю між відбиттям у ближньому інфрачервоному та червоному діапазонах, що дозволяє ефективно відстежувати розвиток культур протягом сезону.

Праці D. Mulla свідчать, що NDVI є ключовим показником у прецизному землеробстві, де використовується для оптимізації норм внесення добрив, диференціації агротехнологій, картування стресових зон та прогнозування врожайності. У поєднанні з іншими ГІС-даними він дозволяє формувати комплексні карти продуктивності полів (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 - Орієнтовна інтерпретація NDVI

Значення NDVI	Тлумачення
0.6 – 0.9	Здорова, інтенсивна рослинність
0.3 – 0.6	Середній розвиток культур
0.1 – 0.3	Ослаблена рослинність
0 – 0.1	Відкритий ґрунт
< 0	Вода

NBR та NDWI для аналізу лісових масивів

Індекс NBR використовується для виявлення ушкоджень лісових насаджень, насамперед після пожеж. Дослідження Zhao C. (2024) показують, що він є значно чутливішим до змін структури рослинності, ніж NDVI, і дозволяє точніше оцінити ступінь знищення деревостану.

NDWI, своєю чергою, відображає рівень вологості рослинності і допомагає виявляти ділянки, що зазнають пересихання. У комплексі ці індекси дають можливість виконувати багаторівневу діагностику стану лісів.

Огляд Mitchell A. показує, що найефективніший підхід до моніторингу лісів — це поєднання спектральних індексів із довготривалими часовими рядами супутникових даних та радарними методами. Такий підхід дозволяє виявляти зміни навіть на ранніх стадіях деградації.

Аналіз змін площ (LULC Change Detection)

Методи аналізу змін землекористування та земного покриву дозволяють порівнювати стан територій у різні роки та визначати напрям трансформації ландшафтів. Класична робота Reis S. (2008) демонструє ефективність постласифікаційного порівняння супутникових знімків у визначенні динаміки урбанізації, зміни площ лісів та сільськогосподарських земель.

Моделювання майбутніх змін, описане Delgado E., базується на врахуванні демографічних тенденцій, розвитку інфраструктури, природних факторів та темпів

деградації екосистем. Такі прогнози є важливою складовою стратегічного планування землеустрою та охорони земель (табл. 3.4).

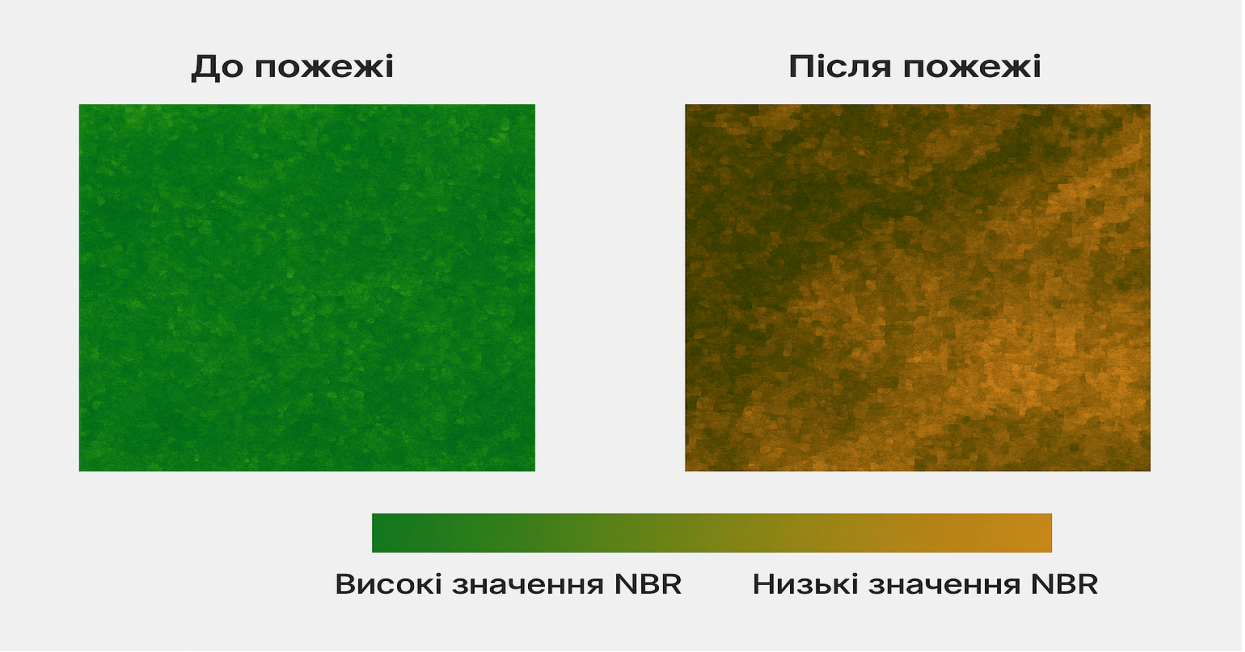


Рисунок 3.1 - Приклад карт NBR до та після лісової пожежі

Таблиця 3.4 - Приклад матриці переходів LULC

Початковий клас →	**Ліси**	**С/г землі**	**Забудова**	**Інше**
Ліси	72%	18%	6%	4%
С/г землі	4%	80%	14%	2%
Забудова	0%	3%	96%	1%
Інше	5%	10%	1%	84%

Використання індексів NDVI, NBR та NDWI, а також методів аналізу змін площ, забезпечує комплексне розуміння динаміки стану земельних ресурсів. NDVI дозволяє ефективно оцінювати стан сільськогосподарських угідь. Індекси NBR і NDWI забезпечують точне виявлення деградації лісів, зокрема після пожеж та у періоди водного стресу. Аналіз змін LULC дозволяє визначати трансформацію

територій та прогнозувати подальший розвиток ландшафтів, що є важливою складовою роботи землевпорядників і геодезистів.

Методика дослідження, викладена у Розділі 3, ґрунтується на комплексному інтегрованому підході, що поєднує геоінформаційні системи (ГІС) та дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ).

Ключові висновки до Розділу 3:

1. Джерела даних. Дослідження використовує багатокомпонентні джерела даних: офіційні відомості Державного земельного кадастру (ДЗК) для забезпечення юридичної точності меж і цільового призначення, а також супутникові знімки Landsat та Sentinel-24, які є основою для обчислення індексів та аналізу фактичного стану територій.

2. ГІС-платформа. Побудована багатошарова ГІС-база даних у середовищі QGIS6 забезпечує інтеграцію векторних (кадастрові межі) та растрових (супутникові знімки, модель рельєфу) даних. Ця платформа дозволяє здійснювати просторовий аналіз та моделювання змін землекористування (LULC), зокрема за допомогою плагіна MOLUSCE, який використовується для прогнозування майбутніх трансформацій.

3. Методи оцінки ефективності. Оцінка ефективності використання земель ґрунтується на застосуванні спеціалізованих спектральних індексів:

◦ NDVI (Нормалізований різницевий вегетаційний індекс) є ключовим інструментом для оцінки стану, інтенсивності росту та продуктивності сільськогосподарських угідь8.

◦ NBR (Нормалізований індекс згоряння) та NDWI (Нормалізований індекс різниці води) використовуються для моніторингу лісових масивів, дозволяючи виявляти пошкодження, зокрема після пожеж, та оцінювати водний стрес.

Застосована методологія забезпечує можливість проведення багаторічного аналізу змін LULC та обґрунтоване виявлення проблемних ділянок, що є необхідним для формування науково обґрунтованих рекомендацій щодо управління земельними ресурсами.

4. Практичний ГІС-аналіз даних

Теоретичні положення та методичні підходи, розглянуті в попередніх розділах, створюють основу для практичного застосування геоінформаційних систем і даних дистанційного зондування Землі з метою оцінки ефективності використання земельних ресурсів Київської області. Саме практичний ГІС-аналіз дозволяє перевірити обґрунтованість обраної методики, адаптувати її до регіональних умов та отримати конкретні просторові результати, необхідні для подальших узагальнень і рекомендацій.

У межах цього розділу здійснюється обробка та аналіз кадастрових і супутникових даних, формування тематичних карт та розрахунок індексних показників, що відображають стан і динаміку використання сільськогосподарських та лісових земель. Застосування ГІС-інструментів забезпечує просторову інтеграцію різнорідних даних, дозволяє виявити територіальні відмінності у землекористуванні та визначити зони з різним рівнем ефективності використання земель.

Особлива увага приділяється виявленню змін у структурі землекористування, аналізу вегетаційних характеристик і просторових закономірностей розміщення сільськогосподарських угідь та лісових масивів. Отримані результати подаються у вигляді карт, схем і аналітичних матеріалів, що наочно відображають сучасний стан земель та дозволяють ідентифікувати проблемні ділянки, які потребують оптимізації або додаткового контролю.

Таким чином, практичний ГІС-аналіз є ключовим етапом дослідження, що забезпечує перехід від теоретичних узагальнень до прикладної оцінки ефективності землекористування та формує інформаційну базу для розроблення рекомендацій щодо раціонального використання сільськогосподарських і лісових земель Київської області.

4.1. Карта використання сільськогосподарських земель

Сільськогосподарські землі є однією з найважливіших складових земельного фонду Київської області та відіграють провідну роль у формуванні аграрного потенціалу регіону. Просторовий розподіл, структура та інтенсивність використання цих земель безпосередньо впливають на рівень продуктивності сільського господарства, екологічний стан територій та ефективність управління землекористуванням. У зв'язку з цим картографування сільськогосподарських угідь із застосуванням ГІС-технологій і даних дистанційного зондування Землі є важливим етапом практичного аналізу.

Побудова карти використання сільськогосподарських земель дозволяє візуалізувати сучасну структуру агроландшафтів Київської області, відобразити просторові відмінності у розміщенні орних земель, багаторічних насаджень, сіножатей та пасовищ, а також оцінити ступінь їх освоєності. Використання супутникових знімків високої просторової роздільної здатності у поєднанні з кадастровими даними забезпечує достовірність і актуальність картографічних матеріалів, що є необхідним для подальшого аналізу ефективності землекористування.

У межах даного підрозділу карта використання сільськогосподарських земель слугує базою для подальшого індексного аналізу, зокрема розрахунку показників вегетаційної активності (NDVI), що дає змогу оцінити стан рослинного покриву та виявити території з різним рівнем продуктивності. Просторове зіставлення отриманих результатів із адміністративно-територіальною структурою області дозволяє визначити локальні особливості землекористування та ідентифікувати ділянки з ознаками раціонального або нераціонального використання.

Таким чином, створення карти використання сільськогосподарських земель є ключовим елементом практичного ГІС-аналізу, що забезпечує наочне представлення просторової організації аграрних територій Київської області та формує основу для

подальших аналітичних висновків і рекомендацій щодо оптимізації землекористування.



Рисунок 4.1 - Карта використання сільськогосподарських земель Київської області

4.2. Карта лісових земель

Лісові землі Київської області є важливою складовою природного потенціалу регіону та виконують багатофункціональну роль у забезпеченні екологічної стабільності, регулюванні кліматичних процесів і збереженні біорізноманіття. Просторове розміщення та стан лісових масивів істотно впливають на екологічну рівновагу територій, водний режим, а також на стійкість ландшафтів до антропогенних і природних чинників. У зв'язку з цим картографування лісових земель із використанням сучасних ГІС-технологій та даних дистанційного зондування Землі є необхідним етапом практичного аналізу землекористування.

Створення карти лісових земель дозволяє відобразити просторову структуру лісового фонду області, визначити концентрацію та фрагментацію лісових масивів, а також виявити територіальні відмінності у їх поширенні. Поєднання супутникових знімків з кадастровими та лісовпорядними даними забезпечує комплексну оцінку сучасного стану лісів, їх щільності, суцільності та характеру використання. Особливе значення це має для регіонів із підвищеним антропогенним навантаженням та високою динамікою змін землекористування.

У межах даного підрозділу карта лісових земель використовується як базовий інструмент для подальшого індексного аналізу стану лісових екосистем, зокрема із застосуванням показників NBR та NDWI, що дозволяють оцінити ступінь порушеності рослинного покриву, вологість біомаси та наявність деградаційних процесів. Просторове зіставлення отриманих результатів із адміністративно-територіальною структурою Київської області створює передумови для виявлення проблемних зон та формування рекомендацій щодо сталого лісокористування (рис. 4.2).

Таким чином, побудова карти лісових земель Київської області є важливим елементом практичного ГІС-аналізу, що забезпечує наочне представлення просторової організації лісового фонду та слугує основою для комплексної оцінки ефективності його використання і охорони.

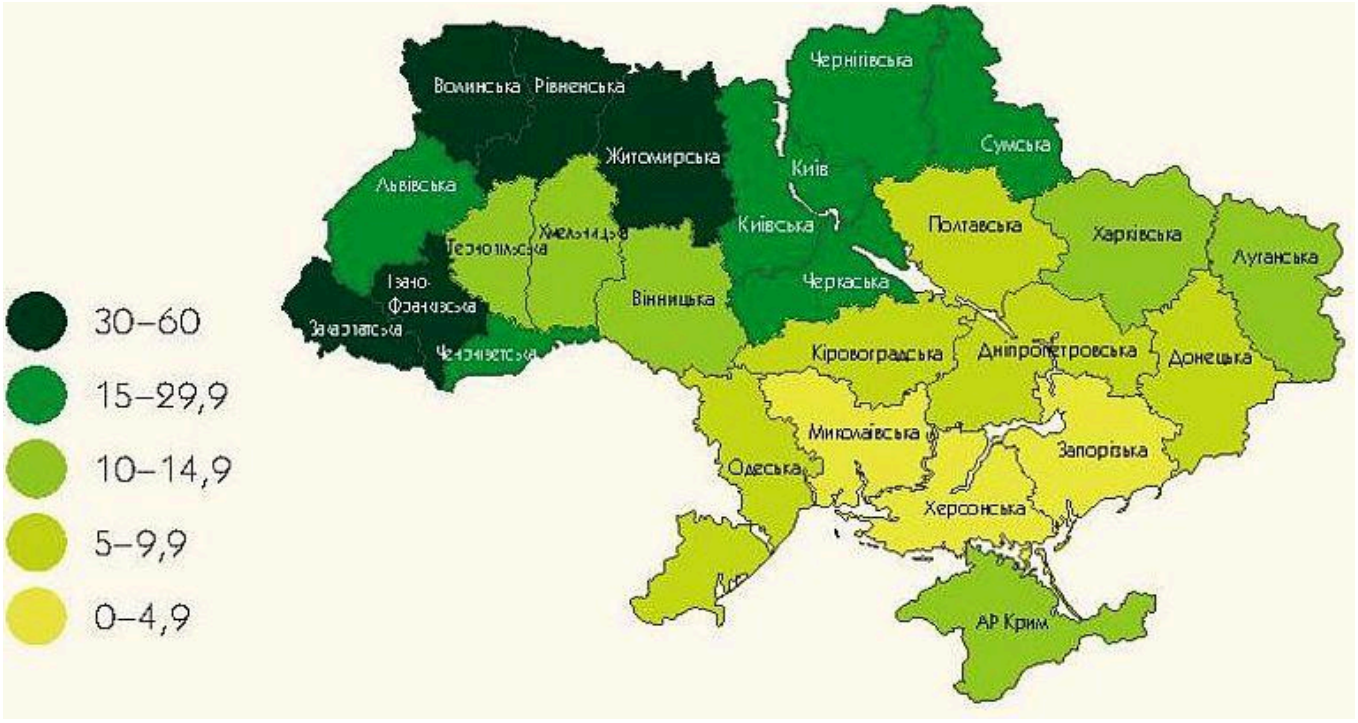


Рисунок 4.2 - Лісистість України адміністративно-територіальних одиниць

4.3. Аналіз змін та виявлення проблемних ділянок (вирубки, деградація ґрунтів)

Аналіз змін земного покриву (Land Use/Land Cover — LULC) є одним із ключових напрямів дистанційного зондування, оскільки дозволяє виявляти динаміку територій, оцінювати деградацію земель, вирубки лісів, урбанізацію та екологічні ризики. Завдяки багаторічним супутниковим даним (зокрема серій Landsat та Sentinel), сьогодні можливо відстежувати просторові трансформації протягом десятиліть із високою точністю.

Багаторічний аналіз змін LULC (на основі серій Chidodo et al., 2025)

Chidodo та співавтори продемонстрували, що використання супутникових даних Landsat за період понад 40 років дозволяє простежити довготривалі зміни

земного покриву. У їхньому дослідженні застосовано класифікаційні підходи та індексні методи (NDVI, NBR, NDWI), що дали змогу встановити:

- зростання урбанізованих територій
- скорочення площ сільськогосподарських угідь
- поступове зменшення лісового покриву
- розвиток деградованих ділянок через ерозію, виснаження ґрунтів та антропогенний вплив

Такі дослідження підтверджують, що багаторічний аналіз LULC дозволяє точніше визначати тренди, а не лише фіксувати окремі зміни у короткі часові проміжки.

Моделювання майбутніх сценаріїв змін (Delgado et al., 2025)

У роботі Delgado та колег значну увагу приділено прогнозуванню трансформацій земного покриву за допомогою моделей LULC. Автори використовують підходи, що поєднують ГІС-аналіз, машинне навчання та соціально-економічні дані, що дозволяє:

- оцінити, які території мають найбільшу імовірність зміни у найближчі роки
- змоделювати ризики деградації земель
- передбачити можливі напрямки розширення урбанізації
- визначити майбутні зони тиску на природні екосистеми

Такі прогнози є важливою частиною планування землекористування, оскільки дозволяють завчасно розробляти заходи із захисту земель та оптимізувати розподіл ресурсів.

Використання NDVI для виявлення деградації та проблемних ділянок (Withanage, 2024)

Withanage продемонстрував ефективність індексів рослинності, зокрема NDVI, для моніторингу стану екосистем. NDVI дозволяє:

- виявляти ділянки зі зниженою щільністю рослинного покриву
- оцінювати наслідки вирубок та деградації лісів

- аналізувати наслідки пожеж
- відстежувати зміни сезонної та міжрічної продуктивності рослинності

Для моніторингу лісових масивів NDVI є одним із найчутливіших інструментів, адже він швидко реагує на зміни у хлорофілі та структурі рослинного покриву.

Інтегрований підхід до виявлення проблемних зон

Поєднання багаторічного аналізу LULC (Chidodo), моделей прогнозування (Delgado) та NDVI-моніторингу (Withanage) забезпечує комплексне бачення стану територій.

Таблиця 4.1 - Основні типи проблемних ділянок та методи їх виявлення

Проблемна ділянка	**Ознаки на супутникових даних**	**Методи виявлення**
Деградація ґрунтів	Зниження NDVI, оголені ділянки	NDVI, класифікація LULC
Вирубки лісу	Різкий перехід від лісу до відкритих площ	NBR, порівняння LULC за роками
Урбанізація	Зростання площі забудови	LULC-аналіз, моделювання змін
Післяпожежні території	Низькі значення NBR, темні плями	NBR, NDVI до/після
Зсуви та ерозія	Порушення структури поверхні	Аналіз рельєфу + NDVI

Аналіз змін земного покриву за допомогою дистанційного зондування дозволяє не лише фіксувати динаміку територій, але й виявляти проблемні ділянки та оцінювати тенденції їхнього розвитку. Багаторічні супутникові дані (Chidodo) забезпечують глибоке розуміння довгострокових змін, моделювання LULC (Delgado) дає можливість прогнозувати майбутні трансформації, а NDVI-моніторинг (Withanage) дозволяє точно визначати стан рослинності. Інтеграція цих підходів формує потужну систему контролю за станом земель, необхідну для ефективного управління, екологічного планування та захисту природних ресурсів.

5. Напрями підвищення ефективності використання земель

Результати теоретичного та практичного аналізу використання сільськогосподарських і лісових земель Київської області свідчать про наявність як територій із раціональним землекористуванням, так і зон з ознаками неефективного або екологічно небезпечного використання земельних ресурсів. Виявлені просторові відмінності у стані земель, рівні продуктивності та інтенсивності їх використання зумовлюють необхідність розроблення науково обґрунтованих напрямів підвищення ефективності землекористування з урахуванням природних, господарських і екологічних особливостей регіону.

Підвищення ефективності використання земель передбачає не лише зростання економічної віддачі, але й забезпечення екологічної стійкості та дотримання принципів сталого розвитку. У цьому контексті важливого значення набуває впровадження сучасних технологій управління земельними ресурсами, зокрема використання ГІС-технологій і даних дистанційного зондування Землі, які дозволяють здійснювати постійний моніторинг стану земель, оперативно виявляти негативні процеси та оцінювати результативність управлінських рішень.

У межах цього розділу узагальнюються результати практичного ГІС-аналізу та формуються рекомендації щодо раціонального землеробства, сталого лісокористування і впровадження систем ГІС-моніторингу. Запропоновані напрями спрямовані на оптимізацію структури землекористування, підвищення продуктивності земель, зменшення деградаційних процесів та забезпечення законного і збалансованого використання земельних ресурсів Київської області.

Таким чином, розділ слугує логічним завершенням аналітичної частини дослідження та формує практичну основу для прийняття управлінських рішень у сфері землекористування на регіональному рівні.

5.1. Раціональне землеробство

Раціональне або стале землеробство — це система землекористування, спрямована на підвищення урожайності, збереження родючості ґрунтів та зниження негативного впливу на довкілля. Сучасні технології дистанційного зондування (ДЗЗ) та геоінформаційних систем (ГІС) суттєво розширюють можливості аграрного аналізу та забезпечують точні дані для прийняття управлінських рішень.

Застосування ДЗЗ та ГІС у прецизійному землеробстві (Haque & Hossain, 2025)

Haque та Hossain у своїй роботі детально описують, як інструменти дистанційного зондування та ГІС забезпечують формування високоточної інформації про стан посівів, ґрунтів та водного режиму. Автори наголошують, що прецизійне землеробство ґрунтується на застосуванні супутникових індексів, картографування ґрунтових властивостей та автоматизованого аналізу динаміки рослинності.

Основні можливості ДЗЗ у сільському господарстві:

- моніторинг росту та розвитку культур
- визначення зон низької продуктивності
- оцінка вологості ґрунтів
- виявлення стресів рослин, включно зі шкідниками та хворобами
- оптимізація внесення добрив і засобів захисту

ГІС-технології дозволяють інтегрувати зображення, дані ґрунтових аналізів, польові вимірювання та кліматичні дані для створення карт продуктивності та просторових моделей ведення господарства. У результаті фермер отримує змогу ухвалювати рішення на основі точних просторових даних, що підвищує ефективність та зменшує витрати.

Практична користь RS + ГІС для сталого землекористування (Sadenova et al., 2024)

Sadenova та співавтори підкреслюють важливість інтеграції ДЗЗ у стратегічне планування землекористування, зокрема в умовах змін клімату. У дослідженні наведено реальні приклади, де супутникові дані допомогли виявити деградацію земель, оцінити потенціал ґрунтів, визначити вододефіцитні зони та побудувати моделі сталого управління агроландшафтами.

Ключові висновки авторів:

- дані ДЗЗ дозволяють прогнозувати майбутні ризики та адаптувати агротехнології
- ГІС забезпечує просторову оптимізацію розміщення культур та водокористування
- комплексний аналіз даних покращує планування сівозмін та зменшує навантаження на ґрунт
- моніторинг забезпечує раннє виявлення проблем, що дозволяє зменшувати фінансові втрати

Узагальнення підходів до раціонального землеробства

Раціональне землеробство базується на постійному моніторингу стану полів та використанні просторових даних для оптимізації технологічних процесів. Використання ДЗЗ та ГІС дозволяє зменшити надлишкове застосування добрив, раціонально використовувати воду та підвищити екологічність виробництва (табл. 5.1).

Таблиця 5.1 - Основні завдання раціонального землеробства та інструменти їх вирішення

Завдання	Опис	Інструменти
Моніторинг стану рослин	Визначення стресів, оцінка росту	NDVI, SAVI, супутникові знімки
Оцінка якості ґрунтів	Просторова варіабельність родючості	Карти ґрунтів, аналіз рельєфу
Оптимізація удобрення	Зменшення витрат та впливу на довкілля	Зонування полів, карти продуктивності
Управління зрошенням	Запобігання дефіциту або надлишку води	Картування вологості, NDWI
Планування сівозмін	Збереження родючості ґрунтів	Моделі ГІС, часові ряди LULC

Методи дистанційного зондування та ГІС стають основою сучасного раціонального землеробства. Вони надають швидку, просторово точну інформацію про стан агросистем, дозволяють прогнозувати ризики та оптимізувати управління ресурсами. Праці Haque & Hossain (2025) демонструють практичну реалізацію прецизійного землеробства, тоді як дослідження Sadenova et al. (2024) підтверджують значення цих технологій для стратегічного планування сталого землекористування. Інтеграція ДЗЗ та ГІС забезпечує підвищення продуктивності, екологічності та економічної ефективності агровиробництва.

5.2. Стале лісокористування

Стале лісокористування передбачає раціональне управління лісовими ресурсами таким чином, щоб забезпечити їх відтворення, збереження екосистемних функцій та підтримання біорізноманіття. Дистанційне зондування (ДЗЗ) та

геоінформаційні технології стали ключовими інструментами для оцінки стану лісів, виявлення деградації, моніторингу їхнього здоров'я та прогнозування ризиків.

Дистанційні методи оцінки деградації лісів (Mitchell et al.)

Mitchell та співавтори представили широкий огляд технологій дистанційного зондування, які застосовуються для оцінки лісової деградації. Автори наголошують, що деградація лісів — це не лише повна вирубка, але й поступові зміни структури насаджень: зниження щільності деревостану, зникнення підліску, поява сухостою, зміна вологості та порушення ґрунтового покриву.

У роботі виокремлено ключові інструменти ДЗЗ для моніторингу деградаційних процесів:

- **Індексні методи (NDVI, NBR, NDWI)** — дають змогу оцінювати щільність рослинного покриву, ступінь пошкодження після пожеж та зміну вологості.
- **Оптичні супутникові знімки (Landsat, Sentinel-2**) — підходять для довгострокового аналізу та картографування змін.
- **Радарні дані (Sentinel-1)** — дозволяють досліджувати зміни структури лісів навіть у хмарну погоду.
- **Лазерне сканування (LiDAR)** — найточніший метод, що надає інформацію про висоту дерев, густоту крони та об'єм біомаси.

Mitchell підкреслює, що комплексний підхід дозволяє отримувати більш точні оцінки та ефективніше виявляти приховану деградацію, яка не завжди помітна на звичайних знімках.

Моніторинг здоров'я лісів (Smith-Tripp)

У дослідженні Smith-Tripp розглянуто дистанційні методи, які дозволяють відслідковувати стан лісових екосистем у динаміці. Основна увага приділяється оцінці здоров'я лісів за допомогою індексів рослинності, температурних параметрів та аналізу змін структури лісового покриву.

Ключові можливості ДЗЗ для моніторингу здоров'я лісів:

- **Виявлення стресів рослин** (внаслідок хвороб, шкідників, посухи чи зміни ґрунтової вологи)
- **Відстеження динаміки лісового пологу** — зменшення листкової маси, зміни у спектральних характеристиках
- **Аналіз післяпожежних територій** — оцінка ступеня відновлення за допомогою індексів NBR та dNBR
- **Оцінка біорізноманіття** через аналіз різноманітності спектральних сигналів
- **Моніторинг довготривалих трендів**, що вказують на погіршення стану екосистем

Автор зазначає, що регулярний супутниковий моніторинг значно знижує витрати на польові обстеження та забезпечує оперативність у реагуванні на загрози.

Інструменти та їх застосування у сталому лісокористуванні

Стале управління лісами ґрунтується на поєднанні даних ДЗЗ, ГІС-моделювання та наземних спостережень. Це дозволяє не лише оцінювати поточний стан лісів, але й прогнозувати майбутні ризики, такі як пожежі, хвороби, всихання лісів та антропогенний вплив.

Нижче наведено узагальнення інструментів моніторингу у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 - Основні методи сталого моніторингу лісів та їх призначення

Метод	Призначення	Застосування
NDVI, EVI	Визначення густоти та продуктивності рослинності	Моніторинг здоров’я дерев, пошук стресових ділянок
NBR, dNBR	Оцінка ступеня пошкодження після пожеж	Картування вигорань, контроль відновлення
Sentinel-1 (радар)	Аналіз структури лісу та вологості	Виявлення деградації під пологом, моніторинг зволоження ґрунту
Sentinel-2, Landsat	Довгостроковий аналіз змін	Вирубки, зміна площ, оцінка сезонності

Метод	Призначення	Застосування
LiDAR	Точна оцінка висоти та біомаси	Інвентаризація лісів, моделювання запасів деревини
ГІС-моделювання	Аналіз просторових взаємозв’язків	Планування вирубок, оптимізація охорони лісів

Дослідження Mitchell та Smith-Tripp демонструють, що дистанційне зондування є незамінним інструментом у сталому лісокористуванні. Воно дозволяє оцінювати стан лісів на різних рівнях — від окремих ділянок до великих регіонів — та забезпечує своєчасне виявлення деградаційних процесів. Завдяки поєднанню оптичних, радарних та LiDAR-даних можна отримати повну картину змін у лісових екосистемах і створювати ефективні стратегії їхнього збереження. Такі підходи роблять управління лісами більш науково обґрунтованим, екологічно безпечним і довгостроково ефективним.

5.3. ГІС-моніторинг та рекомендації

Сучасні системи геоінформаційного моніторингу відіграють ключову роль у плануванні землекористування та оцінці стану територій. Вони дозволяють не лише створювати карти, а й аналізувати великі масиви супутникових даних, відстежувати зміни у використанні земель та прогнозувати розвиток території. У роботах Kiema (2025) і Mashala (2023) наголошується, що геоінтелект став основою ефективного управління природними ресурсами та адаптації до кліматичних змін.

Одним із важливих напрямів ГІС-моніторингу є оцінка динаміки LULC (Land Use / Land Cover). Хмарні платформи з доступом до архівів Landsat і Sentinel забезпечують можливість простежити зміни за кілька десятиліть. Геоінтелект аналізує тренди NDVI, NBR, NDWI та радарні SAR-дані, що дозволяє виявляти

посухи, деградацію рослинності, вирубки, пожежі та ерозійні процеси. Машинне навчання та глибинні нейромережі допомагають автоматизувати класифікацію земель і швидко оновлювати карти сучасного стану територій.

ГІС також широко застосовується для виявлення проблемних ділянок. Зокрема, поєднання цифрової моделі рельєфу з індексним аналізом дає змогу визначати зони, схильні до ерозії, або території з ризиком деградації. Алгоритми просторового аналізу виявляють нелегальні зміни землекористування — вирубки, розорювання або розширення забудови. Такий моніторинг особливо важливий для лісових територій, охоронних зон та сільськогосподарських угідь.

Нижче наведена узагальнена таблиця 5.3 основних інструментів, які застосовуються в сучасному ГІС-моніторингу.

Таблиця 5.3 - Основні інструменти, які застосовуються в сучасному ГІС-моніторингу

Інструмент / технологія	**Призначення**	**Джерело**
NDVI / EVI	Оцінка стану рослинності	Mashala (2023)
NBR	Виявлення пожеж і післяпожежних наслідків	Mashala (2023)
Машинне навчання (RF, CNN)	Автоматична класифікація LULC	Mashala (2023)
Геоінтелект у ГІС	Моделювання ризиків і прогнозування	Kiema (2025)
SAR-дані	Моніторинг у хмарних та заболочених зонах	Mashala (2023)

На основі аналізу можна сформувати кілька загальних рекомендацій. По-перше, доцільно інтегрувати довгострокові супутникові архіви для створення багаторічних моделей змін землекористування. По-друге, важливо застосовувати комбінований аналіз оптичних та радарних даних, що підвищує точність результатів.

По-третє, автоматизована класифікація має стати стандартною практикою, оскільки вона забезпечує швидкість та повторюваність оцінок. По-четверте, ГІС-моделі слід використовувати для створення систем раннього попередження щодо пожеж, ерозії чи деградації ґрунтів. Це дасть змогу органам місцевого самоврядування та землекористувачам оперативно реагувати на ризики.

ГІС-моніторинг є невід'ємною складовою сучасного управління територіями. Завдяки поєднанню супутникових даних, індексного аналізу та інтелектуальних моделей він забезпечує точне відстеження змін, виявлення проблемних ділянок та формування практичних рекомендацій. Дослідження Kiema (2025) і Mashala (2023) демонструють, що геоінтелект та сучасні інструменти дистанційного зондування значно підвищують ефективність управління природними ресурсами та сприяють сталому землекористуванню.

6. Практична реалізація у середовищі QGIS

Оцінка ефективності використання сільськогосподарських та лісових земель є важливим етапом управління земельними ресурсами. Застосування геоінформаційних систем (ГІС) та даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) дозволяє проводити аналіз просторових змін землекористування (LULC), прогнозувати трансформації та визначати ефективність використання земель у масштабі області.

В роботі використані супутникові знімки Sentinel-2 та Landsat за різні роки, а також цифрові векторні шари адміністративного поділу та земельного фонду Київської області. Аналіз виконано у середовищі QGIS із застосуванням плагіна MOLUSCE для моделювання змін землекористування та оцінки ефективності використання земель.

Оцінка ефективності використання сільськогосподарських та лісових земель є важливим етапом управління земельними ресурсами. Застосування геоінформаційних систем (ГІС) та даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) дозволяє проводити аналіз просторових змін землекористування (LULC), прогнозувати трансформації та визначати ефективність використання земель у масштабі області.

В роботі використані супутникові знімки Sentinel-2 та Landsat за різні роки, а також цифрові векторні шари адміністративного поділу та земельного фонду Київської області. Аналіз виконано у середовищі QGIS із застосуванням плагіна MOLUSCE для моделювання змін землекористування та оцінки ефективності використання земель.

Для оцінки стану та продуктивності сільськогосподарських угідь у дослідженні застосовано індексний аналіз, зокрема розрахунок нормалізованого диференційного вегетаційного індексу (NDVI). Даний показник дозволяє кількісно оцінити інтенсивність вегетаційних процесів, просторову неоднорідність розвитку культур та виявити ділянки з різним рівнем ефективності використання земель.

Просторовий розподіл значень NDVI використано для порівняльного аналізу між окремими адміністративно-територіальними одиницями області.

Для аналізу стану лісових земель застосовано спектральні індекси NBR та NDWI, які дають змогу оцінити ступінь зволоженості біомаси, щільність рослинного покриву та виявити ознаки деградації лісових екосистем. Використання багаточасових супутникових знімків дозволило простежити динаміку змін лісового покриву, визначити території з підвищеним антропогенним навантаженням і встановити взаємозв'язок між просторовим розміщенням лісів та характером землекористування.

Важливою складовою дослідження став аналіз змін площ основних категорій землекористування, що дозволив виявити тенденції трансформації сільськогосподарських і лісових земель у часі. Порівняння результатів класифікації земного покриву за різні роки дало змогу визначити напрямки розширення або скорочення окремих типів угідь, а також оцінити стабільність структури землекористування в межах Київської області.

Отримані результати ГІС-аналізу створили основу для формування узагальнених висновків щодо ефективності використання земельних ресурсів регіону та розроблення рекомендацій, спрямованих на оптимізацію землекористування. Поєднання просторового аналізу, індексних показників і моделювання змін забезпечило комплексний підхід до оцінки стану сільськогосподарських і лісових земель та підвищило обґрунтованість управлінських рішень.

6.1 Підготовка та обробка даних

Якість та достовірність результатів ГІС-аналізу безпосередньо залежать від правильності підготовки та обробки вихідних просторових даних. Саме на цьому етапі формується інформаційна база дослідження, що забезпечує коректність

подальших аналітичних розрахунків, класифікації землекористування та моделювання його змін. Комплексний підхід до відбору та обробки даних дозволяє мінімізувати похибки та підвищити точність оцінки ефективності використання земель (рис. 6.1).

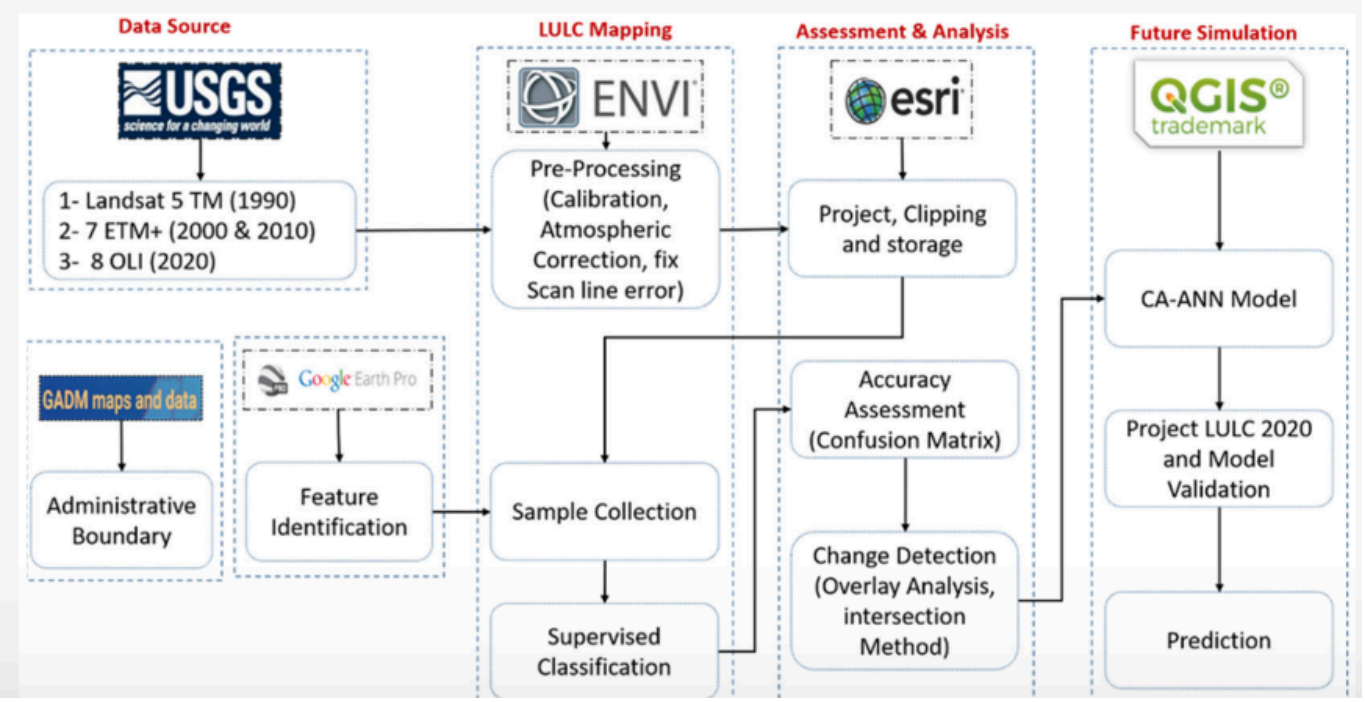


Рисунок 6.1 - Схема роботи з даними та етапи моніторингу

У межах даного дослідження підготовка та обробка даних спрямовані на інтеграцію супутникової інформації, векторних кадастрових матеріалів і результатів індексного аналізу в єдиному ГІС-середовищі. Це створює основу для подальшого аналізу змін землекористування, застосування прогнозних моделей та оцінки ефективності використання сільськогосподарських і лісових земель Київської області.

Для виконання аналізу використані наступні дані:

- **Растрові дані LULC** — супутникові знімки Sentinel-2 (10 м) та Landsat (30 м).
- **Векторні шари** — адміністративний поділ Київської області, межі сільськогосподарських та лісових земель.

- **Індекси вегетації** — NDVI для оцінки стану рослинності та продуктивності земель.

Обробка даних включає:

- геоприв’язку растрових знімків
- видалення хмарних ділянок
- класифікацію растрових даних на основні типи землекористування: сільськогосподарські, лісові, забудовані та водні площі
- обчислення індексів NDVI для визначення стану рослинності

Аналіз змін землекористування

Для моделювання змін землекористування використано плагін MOLUSCE у QGIS. Основні кроки аналізу:

- Визначення базового та цільового шару LULC за різні роки.
- Налаштування моделей прогнозування (Markov Chain та CA-Markov).
- Побудова карт ймовірності змін типів землекористування.
- Оцінка результатів прогнозування шляхом порівняння з фактичними даними.

Також застосовувалися методи машинного навчання (Random Forest) для більш точної класифікації земель та прогнозування змін у сільськогосподарських угіддях.

Оцінка ефективності використання земель

Ефективність використання земель оцінюється на основі поєднання даних LULC та NDVI. Для кожного типу землекористування визначаються:

- площа земель, що використовуються ефективно
- площа земель з низькою продуктивністю
- зміни у використанні земель за останні роки

Приклад наведено у таблиці 6.1 ефективності використання земель у Київській області (2020–2025 рр.)

Таблиця 6.1 - Ефективність використання земель у Київській області (2020–2025 рр.)

Тип землекористування	Площа, га	Середній NDVI	Примітки
Сільськогосподарські угіддя	450 000	0,65	Висока продуктивність у південних районах
Лісові масиви	320 000	0,78	Стабільне покриття, невелика деградація у північних районах
Забудовані території	50 000	-	Розширення міст та сіл
Водні об’єкти	30 000	-	Незмінні площі

Аналіз показав, що найбільш ефективно використовуються лісові землі та сільськогосподарські угіддя південних районів області. Водночас у північних районах спостерігається зниження продуктивності сільськогосподарських земель, що потребує додаткових заходів управління.

Практичне використання ГІС та даних дистанційного зондування дозволяє:

- визначати та прогнозувати зміни землекористування
- оцінювати ефективність використання сільськогосподарських та лісових земель
- створювати карти продуктивності та зонування земель за рівнем ефективності

Методологія може бути використана для прийняття рішень у сфері управління земельними ресурсами Київської області, а також для планування заходів щодо підвищення продуктивності та збереження лісового фонду.

6.2 Методика впровадження практики практичного застосування у середовищі QGIS Київської області

Запропонована методика базується на синергії передових технологій дистанційного зондування Землі та інструментарію QGIS, що дозволяє

трансформувати традиційні підходи до управління земельними ресурсами та інфраструктурою у цифрову аналітичну систему. В основу покладено комплексний аналіз спектральних індексів (NDVI, NBR, NDWI) та застосування алгоритмів машинного навчання, що забезпечує високу точність класифікації земного покриву та ідентифікації проблемних ділянок. Такий підхід дозволяє не лише констатувати поточний стан сільськогосподарських та лісових угідь Київської області, а й виявляти приховані закономірності їх трансформації під впливом антропогенних та природних факторів.

Центральним елементом практичної реалізації є використання прогнозного моделювання за допомогою плагіна MOLUSCE, який інтегрує ланцюги Маркова та клітинні автомати для побудови карт ймовірних змін землекористування. Це дає змогу органам управління та технічним службам залізничної інфраструктури діяти на випередження: прогнозувати зони деградації ґрунтів, розширення міської забудови або потенційні загрози для залізничного відведення. Таким чином, методика перетворює статичні геодезичні дані на динамічну модель підтримки прийняття рішень, що мінімізує витрати на польові дослідження та підвищує обґрунтованість стратегічного планування розвитку регіону.

Етап 1. Налаштування ГІС-середовища та збір геоданих

Першим кроком є створення єдиної системи координат (для України — УСК-2000 або WGS 84 / UTM zone 35N/36N).

Підключення сервісів ДЗЗ:

Використання плагіна Semi-Automatic Classification Plugin (SCP) для прямого завантаження Sentinel-2 (L2A — вже з атмосферною корекцією).

Підключення сервісів Google/Bing Satellite через плагін QuickMapServices для візуальної верифікації.

Формування векторного каркаса:

Завантаження меж територіальних громад Київської області (через портал ДЗК або OpenStreetMap).

Створення окремого шару залізничної інфраструктури (буферні зони відведення).

Етап 2. Індексний аналіз та обробка растрових даних

Для автоматизації розрахунків у QGIS використовується Raster Calculator.

Для сільгоспземель (NDVI): Розрахунок за формулою $NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$ (для Sentinel-2 це канали 8 та 4).

Для лісових масивів (NBR): Розрахунок $NBR = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR}$ для виявлення зон деградації або наслідків пожеж (актуально для Чорнобильської зони та прифронтових лісів Київщини).

Для залізничного відведення (NDWI): Розрахунок $NDWI = \frac{GREEN - NIR}{GREEN + NIR}$ для моніторингу підтоплень земляного полотна колії.

Етап 3. Моделювання змін за допомогою MOLUSCE

Цей етап дозволяє перейти від констатації фактів до прогнозування.

Вхідні дані: Завантаження класифікованих растрових карт LULC за 2020 (Base) та 2024 (Final) роки.

Аналіз переходів (Transition Matrix): Плагін розраховує матрицю ймовірностей: наприклад, яка частина сільгоспземель була забудована навколо Києва (Ірпінь, Буча, Бориспіль).

Прогноз: Генерація карти прогнозу на 2030 рік за методом CA-Markov (Клітинні автомати — Ланцюги Маркова).

Етап 4. Оптимізація та прийняття рішень (Практичний вихід)

Результатом є створення Карти пріоритетності втручання.

Зони ризику: Перетин ділянок залізниці з територіями, де NDVI різко знизився або NDWI зріс (сигнал про деградацію насипу).

Оцінка ефективності: Розрахунок середнього NDVI у межах кожного кадастрового масиву (інструмент Zonal Statistics).

Схема оптимізації геодезичного забезпечення для Київської області дана методика пропонує таку структуру оптимізації, табл. 6.2.

Таблиця 6.2 - Схема оптимізації геодезичного забезпечення для Київської області

Етап моніторингу	**Традиційний метод**	**Пропонований ГІС-метод**	**Ефект оптимізації**
Інвентаризація	Польовий обхід	Автоматична класифікація Sentinel-2	Швидкість у 10-20 разів вища
Аналіз стану	Візуальний огляд	Розрахунок NDVI/NBR у QGIS	Об'єктивність та виявлення прихованих хвороб лісу
Геометрія колії	Нівелювання	InSAR-моніторинг + QGIS візуалізація	Міліметрова точність на всій протяжності

Для Київської області критично важливим є врахування антропогенного навантаження (урбанізація навколо столиці).

Висновки до кваліфікаційної роботи магістра

Кваліфікаційна робота магістра присвячена оцінці ефективності використання сільськогосподарських та лісових земель Київської області із застосуванням сучасних геоінформаційних технологій та даних дистанційного зондування. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю впровадження сучасних технологічних методів оцінювання стану земель, що забезпечують високу точність та об’єктивність аналізу для забезпечення сталого розвитку регіону.

1. Методологічна основа та інструментарій. У роботі успішно розроблено та застосовано комплексну методику, що поєднує ГІС-аналіз, індексний аналіз (NDVI, NBR, NDWI) та аналіз змін земного покриву (LULC). Використання геоінформаційних систем (зокрема, середовища QGIS із плагіном MOLUSCE) та супутникових даних (Sentinel-2, Landsat) дозволяє інтегрувати кадастрову інформацію з фактичним станом угідь.

2. Об'єктивність оцінки ефективності. Застосування NDVI є ключовим інструментом для оцінки стану сільськогосподарських угідь і визначення продуктивності, тоді як індекси NBR та NDWI дозволяють виявляти пошкодження лісових насаджень, зокрема після пожеж чи внаслідок водного стресу. Такий підхід забезпечує об’єктивну картину використання як агроландшафтів, так і лісового фонду.

3. Виявлення тенденцій використання земель. Практичний аналіз дозволив визначити, що лісові землі та сільськогосподарські угіддя південних районів Київської області використовуються найбільш ефективно. Водночас виявлено проблемні зони, зокрема, зниження продуктивності сільськогосподарських земель у північних районах, а також необхідність моніторингу деградаційних процесів (вирубки, ерозія) на території області.

4. Наукова новизна та практичне значення. У роботі вперше для Київської області проведено комплексний ГІС-аналіз двох ключових категорій земель (с/г та лісових) у єдиній системі показників, що дозволило визначити контрастні типи

землекористування та сформувати рекомендації для регіонального планування. Ці результати є основою для науково обґрунтованих рекомендацій щодо оптимізації землекористування та переходу до моделей сталого розвитку.

Рекомендації для подальшого дослідження

Для поглиблення отриманих результатів та підвищення практичної цінності дослідження рекомендується зосередитися на наступних напрямах:

1. Інтеграція високоточних даних для лісового моніторингу. Для більш детального аналізу стану лісових масивів та виявлення прихованої деградації доцільно інтегрувати дані лазерного сканування (LiDAR) та радарні знімки (Sentinel-1). Це дозволить отримувати точні характеристики висоти деревостану та щільності покриву, незалежно від погодних умов.

2. Прогнозування LULC-змін із використанням машинного навчання. Подальше дослідження має включати моделювання майбутніх сценаріїв трансформації землекористування (LULC-проєкції, наприклад, до 2030–2050 років). Слід застосовувати більш складні алгоритми машинного навчання (ML) та нейромережі для прогнозування напрямків урбанізації та потенційних зон ризику деградації земель.

3. Деталізація аналізу агроекологічної придатності. Необхідно розширити аналіз орних земель шляхом поєднання ГІС-даних (NDVI, моделі рельєфу, карти ґрунтів) для точного зонування полів. Це дасть змогу сформувати основи для прецизійного землеробства у Київській області, оптимізувати внесення добрив та підвищити екологічну стійкість агровиробництва.

4. Створення інтегрованої системи раннього попередження. Рекомендується розробити функціональну ГІС-модель для оперативного моніторингу і створення системи раннього попередження. Така система, заснована на геоінтелекті (Kiema, 2025), допоможе органам місцевого самоврядування (територіальним громадам) своєчасно виявляти незаконні вирубки, розорювання, осередки ерозії та пожежні ризики.

Загалом, подальші дослідження повинні рухатися у напрямку повної автоматизації класифікації та аналізу для забезпечення швидкості та повторюваності оцінок, як це підкреслюється у сучасних оглядах Mashala (2023).

Список використаних літературних джерел

1. Земельний Кодекс України [Електронний ресурс] затв. Верховною радою України 01.12.2002. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14#Text. - (Дата звернення: 12.01.2024).
2. Закон України «Про землеустрій» » : за станом на 22 травня 2003р. / Верховна рада України. –Офіц. вид. – К. : Парлам.. вид-во, 2003. – 120 с. Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/858-15#Text. - (Дата звернення: 12.01.2024)
3. Закон «Про фермерське господарство» [Електронний ресурс] затв. Верховною радою України 01.12.2003. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/973-15#Text - (Дата звернення: 12.01.2024)
4. Закон «Про сільськогосподарську кооперацію» [Електронний ресурс] затв. Верховною радою України 01.12.2020. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/819-20#Text - (Дата звернення: 12.01.2024)
5. Закон «Про особисте селянське господарство», [Електронний ресурс] затв. Верховною радою України 17.11.2005. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/742-15#Text - (Дата звернення: 12.01.2024)
6. Землевпорядне проектування: Навчальний посібник / Т.С. Одарюк та ін. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 292 с.
7. Лісовий кодекс України – [Електронний ресурс] затв. Верховною радою України 21.01.1994. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3852-12#Text - (Дата звернення: 12.01.2024)
8. Водний кодекс України –[Електронний ресурс] затв. Верховною радою України 06.06.1995. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text - (Дата звернення: 12.01.2024)

9. Закон України «Про охорону навколишнього середовища» [Електронний ресурс] затв. Верховною радою України 26.06.1991. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text - (Дата звернення: 12.01.2024)

10. Закон України «Про основи містобудування» [Електронний ресурс] затв. Верховною радою України 16.11.1992. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2780-12#Text - (Дата звернення: 12.01.2024)

11. Законом України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України по збереженню родючості ґрунтів» [Електронний ресурс] затв. Верховною радою України 04.06.2009. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1443-17#Text - (Дата звернення: 12.01.2024)

12. Наказ про затвердження Класифікації видів цільового призначення земель [Електронний ресурс] затв. Верховною радою України 01.11.2010. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1011-10#Text - (Дата звернення: 12.01.2024).

13. Студентська навчальна звітність. Текстова частина (пояснювальна записка). Загальні вимоги до побудови, викладення і оформлення [Текст]: методичний посібник з додержання вимог нормоконтролю у студентській звітності. Харків: УкрДАЗТ, 2014. 54 с.

14. Богіра М.С. Землевпорядне проектування: теоретичні основи і територіальний землеустрій : навч. посіб. / М.. Богіра, В.І. Ярмолюк; за ред.. к.е.н. М. С. Богіри. – Аграрна освіта, 2011. – 416 с.

15. Методичні вказівки до практичних і самостійної роботи з дисципліни «Землевпорядні вишукування і проектування» спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» / Батракова А.Г., Казаченко Л.М. – Х. : ХНАДУ. – 2018. – 48 с. – Режим доступу : http://files.khadi.kharkov.ua.

16. ДСТУ 3008-95. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення. — К, 1995. — 38 с.

17. Методичні вказівки до виконання випускних кваліфікаційних робіт для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня всіх форм навчання зі спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» освітньої програми «Геодезія,

землеустрій та кадастр» / укладачі : Є. Б. Угненко, А. О. Шевченко, О. М. Ужвієва, Н. І. Сорочук ; кафедра вишукувань та проєктування шляхів сполучення, геодезії та землеустрою. - Харків: УкрДУЗТ, 2024. - 52 с

18. Закон України «Про охорону праці» від 14 жовтня 1992 р. № 2694-XII. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1992, № 49, ст. 668. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12.

19. Класифікація сільськогосподарських земель як наукова передумова їх екологобезпечного використання / Д. С. Добряк, О. П. Канаш, Д. І. Бабміндра, І. А. Розумний – К.: «Урожай», 2007. – 464 с.

20. Канаш О.П., Принципові аспекти визначення оптимальних співвідношень земельних угідь / О.П. Канаш, А.Г. Мартин // Землеустрій і кадастр. - № 1. – 2009. – С. 18 – 25.

21. Бурлака Н. Оцінка земель як рушійний чинник регулювання та удосконалення земельних відносин // Землевпорядний вісник № 10, Київ, 2010. – С. 32-35.

22. Інвестиційний паспорт Київської області. Режим доступу :https://koda.gov.ua/wp-content/uploads/2021/12/invest-pasport_kyyivskoyi_obl.pdf?utm_source=chatgpt.com

23. Третяк А., Третяк В. Поняття, сутність та зміст раціонального використання землі: теорія, методологія та практика / А. Третяк, В. Третяк // Землевпорядний вісник. — 2015. — № 8. — С. 21—25.

24. Звіт про стратегічну екологічну оцінку проєкту програми соціально-економічного та культурного розвитку Київської області на 2024 рік. Режим доступу : https://koda.gov.ua/wp-content/uploads/2023/12/zvit-ekolog-oczinku.pdf?utm_source=chatgpt.com

25. Alexandre Dargains A GIS-based methodology for sustainable farming planning: Assessment of land use/cover changes and carbon dynamics at farm level. Режим доступу

:https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264837721005111?utm_source=chatgpt.com.

26. Рогач С.М. Проблеми формування та збалансування інституціонального середовища сфери природокористування України. URL: http://global-national.in.ua/archive/11-2016/128.pdf

27. Третяк А.М., Третяк В.М. Концептуальні засади новітньої інституціонально-поведінкової економічної теорії для економіки землекористування України. MODERN PROBLEMS IN SCIENCE. Abstracts of VIII International Scientific and Practical Conference Prague, Czech Republic. November 09—12, 2020. С. 163—166.

28. Documentation for QGIS 3.40. Режим доступу : https://docs.qgis.org/3.40/en/docs/index.html

29. Anthea L. Mitchell, Ake Rosenqvist, Brice Mora Current remote sensing approaches to monitoring forest degradation in support of countries measurement, reporting and verification (MRV) systems for REDD+.Режим доступу : https://link.springer.com/article/10.1186/s13021-017-0078-9?utm_source=chatgpt.com.

30. Marzhan Sadenova, Nail Beisekenov, Petar Sabev Varbanov Assessing the effectiveness of RS, GIS, and AI data integration in analysing agriculture performance to enable sustainable land management. Режим доступу :https://link.springer.com/article/10.1007/s43621-024-00625-4?utm_source=chatgpt.com

31. Sha Huang, Lina Tang, Joseph P. Hupy, Yang Wang, Guofan Shao A commentary review on the use of normalized difference vegetation index (NDVI) in the era of popular remote sensingРежим доступу : https://link.springer.com/article/10.1007/s11676-020-01155-1?utm_source=chatgpt.com.

32. Romano Lottering,Kabir Peerbhay andSamuel Adelabu Remote Sensing Applications in Agricultural, Earth and Environmental Sciences. Режим доступу : https://www.mdpi.com/2076-3417/15/8/4537?utm_source=chatgpt.com

33. Наталя Головата Яким має бути новий районний поділ областей України: пропозиції експертів. Режим доступу : https://uplan.org.ua/analytics/iakym-maie-buty-novyi-raionnyi-podil-oblastei-ukrainy-propozytsii-ekspertiv/

34. Інвестиційний паспорт Київської області. Режим доступу : https://koda.gov.ua/wp-content/uploads/2021/12/invest-pasport_kyyivskoyi_obl.pdf?utm_source=chatgpt.com

35. Hoekman, D.; Kooij, B.; Quiñones, M.; Vellekoop, S.; Carolita, I.; Budhiman, S.; Arief, R.; Roswintiarti, O. Wide-Area Near-Real-Time Monitoring of Tropical Forest Degradation and Deforestation Using Sentinel-1. Remote Sens. 2020, 12, 3263.

36. Kumar, S.; Meena, R.S.; Sheoran, S.; Jangir, C.K.; Jhariya, M.K.; Banerjee, A.; Raj, A. Chapter 5—Remote sensing for agriculture and resource management. In Natural Resources Conservation and Advances for Sustainability; Jhariya, M.K., Meena, R.S., Banerjee, A., Meena, S.N., Eds.; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2022; pp. 91–135.

37. Sibiya, B.; Lottering, R.; Odindi, J. Discriminating commercial forest species using image texture computed from a WorldView-2 pan-sharpened image and partial least squares discriminant analysis. Remote Sens. Appl. Soc. Environ. 2021, 23, 100605

38. Hejmanowska, B.; Kramarczyk, P. Assessing Land Cover Changes Using the LUCAS Database and Sentinel Imagery: A Comparative Analysis of Accuracy Metrics. Appl. Sci. 2025, 15, 240.

39. Hussain, S.; Qin, S.; Nasim, W.; Bukhari, M.A.; Mubeen, M.; Fahad, S.; Raza, A.; Abdo, H.G.; Tariq, A.; Mousa, B.G.; et al. Monitoring the Dynamic Changes in Vegetation Cover Using Spatio-Temporal Remote Sensing Data from 1984 to 2020. Atmosphere 2022, 13, 1609

40. Zhang, Y.; Migliavacca, M.; Penuelas, J.; Ju, W. Advances in hyperspectral remote sensing of vegetation traits and functions. Remote Sens. Environ. 2021, 252, 112121.

41. Sarah Smith-Tripp 2020-22 Remote sensing as a toolfor efficient forest health andlandscape monitoring in MetroVancouver's water supply areas. Режим доступу : https://sustain.ubc.ca/sites/default/files/2020-22_Remote%20sensing%20as%20a%20tool_Smith-Tripp.pdf?utm_source=chatgpt.com.

42. Bhunia, G.S.; Chatterjee, U.; Shit, P.K. Emergence and challenges of land reclamation: Issues and prospect. Mod. Cartogr. Ser. 2021, 10, 1–15.

43. Wongsai, N.; Wongsai, S.; Lim, A.; McNeil, D.; Huete, A.R. Impacts of spatial heterogeneity patterns on long-term trends of Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) land surface temperature time series. J. Appl. Remote Sens. 2020, 14, 014513.

44. Pu, R. Mapping Tree Species Using Advanced Remote Sensing Technologies: A State-of-the-Art Review and Perspective. J. Remote Sens. 2021, 2021, 9812624.

45. Marzhan Sadenova, Nail Beisekenov, Petar Sabev Varbanov Assessing the effectiveness of RS, GIS, and AI data integration in analysing agriculture performance to enable sustainable land management. Режим доступу : https://link.springer.com/article/10.1007/s43621-024-00625-4?utm_source=chatgpt.com

46. Karmakar P, Teng SW, Murshed M, Pang P, Li Y, Hao L. Crop monitoring by multimodal remote sensing: a review. Remote Sens Appl Soc Environ. 2024;33:101093. https://doi.org/10.1016/j.rsase.2023.101093.

47. Sun T, Cheng W, Abdelkareem M, Al-Arifi N. Mapping prospective areas of water resources and monitoring land use/land cover changes in an arid region using remote sensing and GIS techniques. Water. 2022;14:2435.

48. Xu X, Wu C, Xie D, Jie M. Sources, migration, transformation, and environmental effects of organic carbon in eutrophic lakes: a critical review. Int J Environ Res Public Health. 2023;20:860

49. Sadenova MA, Beisekenov NA, Apshikur B, Khrapov SS, Kapasov AK, Mamysheva AM, Klemeš JJ. Modelling of alfalfa yield forecasting based on earth remote sensing (ERS) data and remote sensing methods. Chem Eng Trans. 2022;94:697–702.

50. Rizwan Muhammad,Wenyin Zhang ,Zaheer Abbas ,Feng Guo and Luc Gwiazdzinski Spatiotemporal Change Analysis and Prediction of Future Land Use and Land Cover Changes Using QGIS MOLUSCE Plugin and Remote Sensing Big Data: A Case Study of Linyi, China. Land 2022, 11(3), 419; https://doi.org/10.3390/land11030419.

51. Delgado, E., Barboza, E., Rojas-Briceño, N.B. et al. Modeling and predicting land use and land cover changes using remote sensing in tropical coastal ecosystems of southern Peru. Environ Sci Eur 37, 139 (2025). https://doi.org/10.1186/s12302-025-01181-y

52. Thurstan RH (2022) The potential of historical ecology to aid understanding of human–ocean interactions throughout the Anthropocene. J Fish Biol 101:351–364. https://doi.org/10.1111/jfb.15000

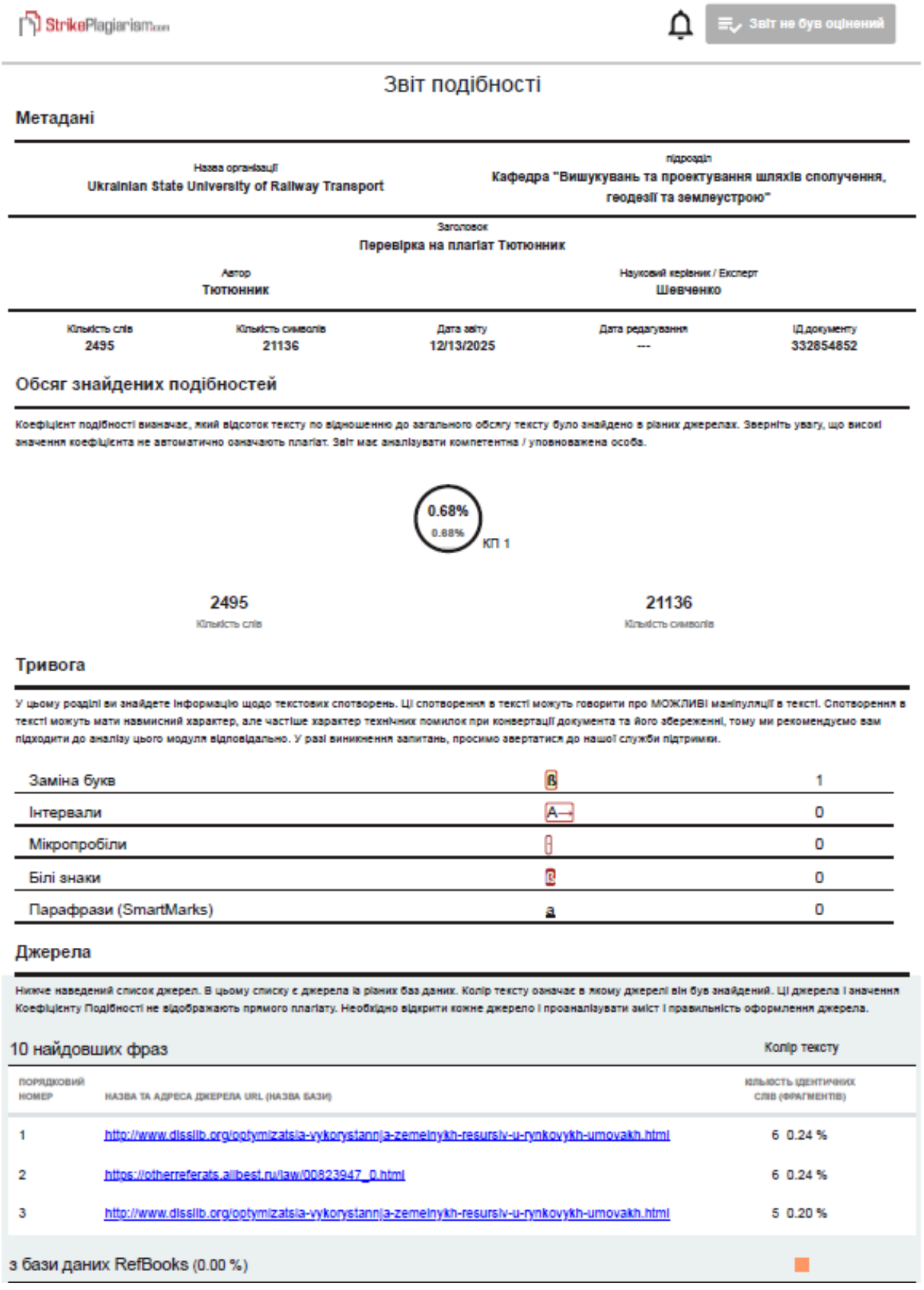
53. Kushwaha K, Singh MM, Singh SK, Patel A (2021) Urban growth modeling using earth observation datasets, cellular Automata-Markov Chain model and urban metrics to measure urban footprints. Remote Sens Appl Soc Environ. https://doi.org/10.1016/j.rsase.2021.100479

54. Lizundia-Loiola J, Otón G, Ramo R, Chuvieco E (2020) A spatio-temporal active-fire clustering approach for global burned area mapping at 250 m from MODIS data. Remote Sens Environ 236:111493. https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111493

55. Ruben GB, Zhang K, Dong Z, Xia J (2020) Analysis and projection of land-use/land-cover dynamics through scenario-based simulations using the CA-Markov model: a case study in guanting reservoir basin, China. Sustain. https://doi.org/10.3390/su12093747

56. Diaconu DC, Peptenatu D, Gruia AK et al (2025) The impact of urban expansion on land use in emerging territorial systems: case study Bucharest-Ilfov, Romania. Agric 15:1–15. https://doi.org/10.3390/agriculture15040406

Додаток А. Перевірка роботи на плагіат



StrikePlagiarism.com

Звіт не був оцінений

Звіт подібності

Метадані

Назва організації: Ukrainian State University of Railway Transport

підрозділ: Кафедра "Вишукувань та проектування шляхів сполучення, геодезії та землеустрою"

Заголовок: Перевірка на плагіат Тютюнник

Автор: Тютюнник

Науковий керівник / Експерт: Шевченко

Кількість слів	Кількість символів	Дата звіту	Дата редагування	ІД документу
2495	21136	12/13/2025	---	332854852

Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.

0.68% 0.68% КП 1

2495 Кількість слів

21136 Кількість символів

Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про МОЖЛИВІ маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

Заміна букв		1
Інтервали		0
Мікропробіли		0
Білі знаки		0
Парафрази (SmartMarks)		0

Джерела

Нижче наведений список джерел. В цьому списку є джерела із різних баз даних. Колір тексту означає в якому джерелі він був знайдений. Ці джерела і значення Коефіцієнту Подібності не відображають прямого плагіату. Необхідно відкрити кожне джерело і проаналізувати зміст і правильність оформлення джерела.

10 найдовших фраз		Колір тексту
ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL (НАЗВА БАЗИ)	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
1	http://www.dissllb.org/optymizatsia-vykorystannja-zemelnykh-resursiv-u-rynkovykh-umovakh.html	6 0.24 %
2	https://otherreferats.allbest.ru/law/00823947_0.html	6 0.24 %
3	http://www.dissllb.org/optymizatsia-vykorystannja-zemelnykh-resursiv-u-rynkovykh-umovakh.html	5 0.20 %

з бази даних RefBooks (0.00 %)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)

з домашньої бази даних (0.00 %)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)

з програми обміну базами даних (0.00 %)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)

з Інтернету (0.68 %)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ДЖЕРЕЛО URL	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
1	http://www.disslib.org/optymizatsia-vykorystannja-zemelnykh-resursiv-u-rynkovykh-umovakh.html	11 (2) 0.44 %
2	https://otherreferats.allbest.ru/law/00823947_0.html	6 (1) 0.24 %

Список прийнятих фрагментів

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗМІСТ	КІЛЬКІСТЬ ОДНАКОВИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)