

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ БУДІВНИЦТВА,
ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

Кафедра земельного адміністрування та геоінформаційних систем

Пояснювальна записка

до дипломної роботи бакалавра

на тему: «ГІС МОДЕЛЮВАННЯ ВИДІВ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ НА
ТЕРИТОРІЇ ЛОЗІВСЬКОГО РАЙОНУ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ»

Виконала: студентка 4 курсу групи ГКЗ 2022-1
спеціальності 193 Геодезія та землеустрій
освітня програма «Геодезія, картографія та землеустрій»



Радзевило Анастасія Вячеславівна

Керівник:  І. Воронков Олексій Олександрович

Рецензент:  ц. Афанасьєв Олександр Валерійович

2026 рік

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О.М. БЕКЕТОВА

Навчально-науковий інститут будівництва, землеустрою та цивільної інженерії
Кафедра земельного адміністрування та геоінформаційних систем
Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр
Спеціальність 193 Геодезія та землеустрій
Освітня професійна програма Геодезія, картографія та землеустрій

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЗА та ГІС
проф. Мамонов К. А.

 Восстановимая подпись

X 

Подписано: f054cc53-ba06-45d3-8422-a8d59cd399bb









«25» травня 2026 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Радзевило Анастасії Вячеславівні

1. Тема проекту (роботи) ГІС моделювання видів землекористування на території Лозівського району Харківської області
керівник проекту (роботи) Воронков Олексій Олександрович, к.е.н., доцент,
затверджені наказом вищого навчального закладу від 22.05.2026 року № 441-03.
2. Строк подання студентом проекту (роботи) 18 червня 2026 року
3. Вихідні дані до проекту (роботи) науково-методична література, періодичні видання, матеріали конференцій, супутникові знімки місцевості
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Характеристика об'єкту проектування, постановка задачі. Теоретичні основи ГІС моделювання. Методологія ГІС моделювання. Отримання вхідних даних. Вибір програмного забезпечення ГІС. Моделювання змін видів землекористування. Охорона праці та безпека життєдіяльності
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Глобальні дані дистанційного зондування, карти стану земельних ресурсів, результати прогнозування змін видів землекористування.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)


Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Воронков О. О., доцент кафедри ЗА та ГІС		
2	Воронков О. О., доцент кафедри ЗА та ГІС		
3	Воронков О. О., доцент кафедри ЗА та ГІС		
4	Абракітов В. Е. доцент кафедри О.П. та БЖД		

7. Дата видачі завдання 25 травня 2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів	Примітка
1.	Формування інформаційної бази	25.05.26	Виконано
2.	Розробка та написання першого розділу роботи	03.06.26	Виконано
3.	Розробка та написання другого розділу роботи	09.06.26	Виконано
4.	Розробка та написання третього розділу роботи	12.06.26	Виконано
5.	Розробка та написання розділу з охорони праці	15.06.26	Виконано
6.	Оформлення роботи та нормоконтроль	18.06.26	
7.	Попередній захист роботи	18.06.26	
8.	Захист дипломної роботи у ДЕК	25.06.26	

Студент



Радзевило А.В.

Керівник роботи



Воронков О. О.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 58 стор., 8 таблиць, 9 рисунків, 24 джерела, 16 слайдів презентації.

ЗЕМЕЛЬНІ РЕСУРСИ, ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ, ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, МОДЕЛЮВАННЯ, СУПУТНИКОВІ ЗНІМКИ, ПРОГНОЗУВАННЯ.

Об'єктом проектування є ГІС модель видів землекористування у Лозівському районі Харківської області.

Мета проектування полягає у побудові ГІС моделі для аналізу динаміки змін у видах землекористування на прикладі земель Лозівського району Харківської області.

Методи дослідження: загальнонаукові методи аналізу літературних джерел та наукових публікацій, метод порівняльно-географічного аналізу, статистичний метод, метод прогнозування.

Проведений у роботі за допомогою побудованої геоінформаційної моделі аналіз динаміки видів використання земельних ресурсів у Лозівському районі Харківської області за 25 років з 2001 по 2026 р.р. виявив наявність процесу натуралізації земель, що полягає у зменшенні площі сільськогосподарських, зокрема, орних земель та збільшенні площі лісів і пасовищ.

Практична значущість роботи полягає у створенні функціональної ГІС-моделі, яка може бути використана органами місцевого самоврядування Лозівського району для моніторингу земельних ресурсів, планування заходів зі сталого землекористування та післявоєнного відновлення території.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ	8
1.1 Характеристика Лозівського району Харківської області	8
1.2 Теоретичні засади та класифікація землекористування	9
1.3 Сучасні методи геоінформаційного моделювання та аналізу просторових даних	13
2 МЕТОДОЛОГІЯ СТВОРЕННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ	16
2.1 Методологія побудови геоінформаційної моделі землекористування та вимоги до неї	16
2.2 Джерела даних та організація вхідної інформації.....	18
2.3 Обґрунтування вибору програмного забезпечення для моделювання	22
3 АНАЛІЗ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ЗМІН ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ НА ТЕРИТОРІЇ ЛОЗІВСЬКОГО РАЙОНУ	24
3.1 Формування просторових даних для аналізу змін землекористування...	24
3.2 Аналіз змін у землекористуванні	29
3.3 Прогнозування змін у землекористуванні	34
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	39
4.1 Завдання в галузі охорони праці	39
4.2 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів на об'єкті	40
4.3 Заходи щодо забезпечення безпеки	41
4.3.1 Визначення рівня освітлення на робочому місці.....	42
4.3.2 Дослідження шуму та акустичної ефективності засобів звукоізоляції	46
4.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	48
4.5 Пожежна безпека	50
4.6 Висновки за розділом	52
ВИСНОВКИ.....	53
СПИСОК ДЖЕРЕЛ	55

ВСТУП

Основою продовольчої, екологічної та національної безпеки України є її земельні ресурси, тому найважливіше з першорядних завдань полягає у їх раціональному використанні. Поряд із негативним впливом зміни клімату та зростання інтенсивності антропогенних факторів, величезних збитків завдала військова агресія рф. Знищення та пошкодження земельних ресурсів, втрати документації та обмежений доступ до територій унеможливили використання земель за їх призначенням. Руйнування об'єктів інфраструктури міст та поселень, промислових споруд, сільськогосподарських і лісгосподарських угідь, що забруднені небезпечними речовинами або розташовані у зоні окупації, призвело до обмеження ведення сільського господарства. Земельний фонд України зазнав істотних збитків, що спричинило погіршення національної продовольчої безпеки та загрози для природних ресурсів країни. Ефективне відновлення та управління земельними ресурсами вимагає оцінки реальних масштабів завданих збитків, для чого потрібні обстеження та моніторинг пошкоджених й забруднених територій. За таких умов аналіз змін у землекористуванні набуває особливої актуальності. Для оцінки стану земель та землекористування, ефективного відновлення та управління земельними ресурсами Лозівського району Харківської області необхідно застосування сучасних методів і технологій, серед яких ключове місце займають геоінформаційні системи (ГІС) та аналіз супутникових знімків.

Метою даної роботи є розробка та побудова геоінформаційної моделі для аналізу змін у землекористуванні на прикладі Лозівського району Харківської області. Такий підхід дозволяє не лише систематизувати просторові дані, але й отримати інструментарій для візуалізації, аналізу та прогнозування трансформацій земельних ресурсів у часі.

Порядок розв'язання поставленого завдання відбиває зміст розділів пояснювальної записки. У першому розділі розглянуті теоретичні основи геоінформаційного моделювання, наведено характеристику об'єкта проектування –

Лозівського району Харківської області, результати огляду літератури та аналіз методів просторового аналізу, сформульовано постановку задачі проектування, розглянуто поняття раціонального землекористування та класифікація видів землекористування в Україні, а також опис характерних задач геоінформаційного моделювання.

У другому розділі розглянуто можливості геоінформаційних технологій у поєднанні з аналізом супутникових знімків, сформульовано вимоги до проектованої моделі та визначено основні етапи моделювання, шляхом порівняння продуктів земного покриву MODIS (MCD12Q1) та Copernicus (WorldCover та Dynamic World) як джерело вихідних даних був вибраний проект MODIS (MCD12Q1). Отримані дані представлені у растровому форматі і класифіковані за схемою IGBP.

У третьому розділі розроблено геоінформаційну модель для аналізу видів землекористування та проаналізовано зміни у землекористуванні Лозівського району Харківської області.

Четвертий розділ містить розробку питань з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ

1.1 Характеристика Лозівського району Харківської області

Лозівський район Харківської області був створений у результаті реформування адміністративно-територіальної структури України у 2020 році. Це один із семи крупніших районів Харківської області, до складу якого входять п'ять територіальних громад, окрім Лозівської територіальної громади, також Близнюківська, Біляївська, Олексіївська та Златопільська (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – склад Лозівського району Харківської області [1]

Територіальна громада	Центр громади	Площа територіальної громади, км ²	населених пунктів	Чисельність населення, тис. осіб.
Лозівська	м. Лозова	1423,2	91	78,127
Близнюківська	с. Близнюки	1380,0	97	18,346
Біляївська	с. Біляївка	423,97	25	5,272
Олексіївська	с. Олексіївка	654,1	25	7,539
Златопільська	м. Златопіль	139,2	9	понад 31

Лозівський район, площа якого становить понад 4 тисячі квадратних кілометрів, розташований на півдні Харківської області. Він є потужним індустріальним та аграрним центром Слобожанщини. Адміністративний центр Лозівського району – місто Лозова.

Інфраструктура Лозівського району містить промисловий сектор, до якого входять підприємства залізничного транспорту, автотранспортні й ремонтні підприємства та будівельні організації, а також сектор малого та середнього бізнесу. У сільських населених пунктах основним видом діяльності є сільське господарство, у структурі якого близько 88 % становить виробництво й рослинництво та 12 %

становить тваринництво. Площа сільськогосподарських угідь за всіма товаровиробниками з урахуванням підсобних господарств становить 120,9 тис. га, у числі яких на рілля припадає 102,6 тис. га, на пасовища – 12,4 тис. га і багаторічні насадження й сіножаті – 5,9 тис. га. Річний обсяг виробництва сільськогосподарської продукції дорівнює 398 млн. грн. [1].

Лозівський район розташований у степовій зоні на півдні Харківської області. На його території протікають річки Бритаї та Орілька, є 215 ставків, а також Орільське та Краснопавлівське водосховища. Клімат – помірно континентальний, із помірно м'якою зимою і теплим та сонячним літом. Середня температура січня становить близько -7°C , а липня – близько $+21^{\circ}\text{C}$. Лозівський район є одним із найбільш маловодних та посушливих у Харківській області, через що потребує додаткового зрошення. Кількість опадів помірна, з найбільшою концентрацією у теплі місяці року. Інтенсивність опадів у межах від 400 до 650 мм на рік, головним чином у період з квітня до жовтня. Сонячний час становить у середньому 1750 годин на рік. Влітку переважають західні вітри, в інші пори року – східні та північно-східні.

Рівнинний характер території, розташування у помірно-континентальному кліматі, родючі ґрунти, переважно черноземи, сприятливо впливають на розвиток сільського господарства.

1.2 Теоретичні засади та класифікація землекористування

Вивчення змін у землекористуванні є предметом численних наукових досліджень, що охоплюють різні підходи для збору, аналізу і візуалізації просторових даних. Аналіз наукових праць [2-6] українських науковців, що представляють установи, де проводять відповідні дослідження, зокрема НАН України, ДКА, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Поліський національний університет, Житомирський національний агроєкологічний університет та ін. показує результати досліджень, присвячені землевпорядкуванню та вирішенню проблем відбудови пошкоджених і зруйнованих земель й об'єктів інфраструктури.

У своїх публікаціях науковці висвітлюють результати аналізу, проведеного з використанням ГІС-моделей, стану землекористування та пропонують для прийняття рішень ґрунтуватись на співвідношеннях між типами землекористування як показниками. Інші автори використовують національні карти земельного покриву високої роздільної здатності і доводять ефективність використання тенденції змін земельного покриву як індикатору рівня деградації земель.

У наукових публікаціях іноземних дослідників для аналізу змін ґрунтового покриву пропонуються, перед усім, такі методи як метод дистанційного зондування за допомогою супутникових знімків та ГІС, що забезпечують визначення ступеня деградації земель, пріоритетів очищення небезпечних територій за оцінкою масштабу і необхідних ресурсів шляхом використання матриці змін і якісних та кількісних характеристик, або створення тематичних карт для класифікації території за видами землекористування.

Методи векторного аналізу змін, які забезпечують ефективнішу класифікацію земельного покриву, підвищують точність їх виявлення порівняно з традиційними методами, що ґрунтуються на алгебрі.

Для визначення динаміки розподілу ґрунтового покриву пропонується поєднання хмарних сервісів з даними дистанційного зондування. Автори обґрунтовують переваги масштабованих хмарних обчислень для всебічного просторового аналізу, також алгоритм максимальної правдоподібності, що ефективно класифікує зображення та підвищує точність до 86-90 %, методи неконтрольованої і контрольованої класифікації, які здатні до визначення динамічного взаємозв'язку між змінами у землекористуванні та місцевими екосистемними послугами. Наведено приклад використання контрольованого аналізу зображень, що дозволило досягти рівня точності 88,54 %. Окрім цього, представлено підходи до аналізу виявлення змін за методами машинного навчання на класифікаційних картах. Дослідники визначають досягнення високої точності класифікації на рівні 98,48 % за допомогою машини опорних векторів (SVM), а також глибинного навчання, зокрема згорткових нейронних мереж (CNN), для

картографування земного покриву з використанням супутникових знімків високої роздільної здатності. Досягнуті показники точності 91 %, 78 % та 64 %.

Не зважаючи на значну кількість досліджень, присвячених аналізу змін земельного покриву на основі даних дистанційного зондування Землі, певні питання вивчені недостатньо. До них, зокрема, належить аналіз регіональних особливостей землекористування, що зумовлені місцевими природно-кліматичними умовами та антропогенним впливом тощо. Також недостатньо розробленими залишаються такі питання, як сполучення отриманих результатів з системами управління землекористуванням, алгоритми формування системи заходів та практичних рекомендацій щодо збереження екосистем.

Потребують подальшого вивчення просторово-часові зміни у стані земель на локальній території Лозівського району Харківської області, ефективність використання супутникових даних у регіональному масштабі та адаптації результатів аналізу для управлінських рішень у сфері землекористування.

Задача цієї роботи полягає у побудові ГІС моделі для аналізу динаміки змін у видах землекористування на території Лозівського району Харківської області з метою оцінки стану пошкоджених та забруднених земель і тенденції його розвитку для ефективного відновлення та управління земельними ресурсами.

У науковій літературі під терміном «землекористування» мають на увазі регламентовану законодавством систему користування землею. Одночасно землекористування передбачає наявність певної території, наданої у власність або у користування, та процес використання земельної ділянки. Землекористування є об'єктом земельних, сільськогосподарських, містобудівних та інших видів відносин, які визначає документ, що посвідчує право користувача на землю. Процес використання суспільством інтегрального потенціалу території, який включає всі її ресурси, є складником регіонального суспільно-територіального комплексу і приводить до ускладнення його структури, що знаходить своє проявлення у процесі регулювання земельних відносин та господарської діяльності. Відомо, що мета землекористування

полягає у отриманні найвищого ефекту, що виражається найвищою користю, від землі за умови дотримання вимог до її збереження й поліпшення. Отже, система раціонального землекористування передбачає виробничий, ресурсозберігаючий, відтворювальний та природоохоронний аспекти.

Землекористування в Україні класифікується за двома головними напрямками: за цільовим призначенням земель, що визначає, як саме використовується ділянка землі, та за правовим титулом, тобто на яких юридичних підставах земельна ділянка використовується.

За основним цільовим призначенням в Україні виділяють такі види землекористування як землі сільськогосподарського призначення, землі житлової та громадської забудови, землі промисловості, транспорту, зв'язку, енергетики, оборони та іншого призначення, а також землі рекреаційного, оздоровчого, історико-культурного та природно-заповідного призначення [7].

До земель сільськогосподарського призначення належить близько 70% території країни. Це найкрупніша категорія земель. Землі сільськогосподарського призначення використовують для вирощування агрокультур і забезпечення продовольчої безпеки країни, зокрема для ведення товарного сільськогосподарського виробництва, для особистого селянського господарства, садівництва, а також для сінокосіння та випасання худоби.

Землі житлової та громадської забудови призначені для проживання людей, розміщення адміністративних будівель, закладів освіти, торгівлі та інших об'єктів інфраструктури, зокрема для будівництва і обслуговування житлових будинків і господарських будівель на присадибній ділянці, для будівництва багатоквартирного житла, а також для громадських установ, наприклад магазинів тощо).

Землі промисловості, транспорту, зв'язку, енергетики, оборони та іншого призначення використовують для розміщення інфраструктурних та державних об'єктів, таких як промислові підприємства та споруди, транспортна система, що включає

дороги, залізниці, аеропорти, об'єкти енергетики, зв'язку та оборони, наприклад, військові частини.

Землі рекреаційного, оздоровчого, історико-культурного та природно-заповідного призначення мають особливий статус, вони охороняються державою та використовуються для відпочинку, лікування, збереження природи та культурної спадщини. На таких землях розташовані санаторії і курорти, парки, туристичні бази та пляжі, заповідники та заказники, музеї-заповідники та археологічні об'єкти.

Основними правовими формами землекористування, тобто формами законних підстав для користування землею є:

- власність, що визначає повноцінне володіння, розпорядження та користування ділянкою;

- оренда, що являє собою використання земель за договором із власником землі.

Це найпоширеніша форми землекористування;

- постійне користування. Право постійного користування землею надається тільки державним та комунальним підприємствам, органам влади та деяким установам, наприклад, військовим;

- емфітевзис – надання права користування чужою земельною ділянкою для сільськогосподарських потреб на протязі тривалого часу, як правило, 20-50 років;

- суперфіцій – надання права користування чужою земельною ділянкою для забудови, зокрема для комерційної або житлової нерухомості;

- земельний сервітут – надання права обмежено користуватися чужою ділянкою, наприклад, для проїзду, або для прокладання комунікацій.

1.3 Сучасні методи геоінформаційного моделювання та аналізу просторових даних

Методологія комп'ютерного моделювання передбачає побудову моделі, яка відбиває тільки властивості вихідного об'єкта, що відповідають цілям дослідження.

Цей метод має багато переваг. Робота з моделлю надає можливість глибоко й докладно вивчати властивості об'єкта з використанням сучасних обчислювальних методів завдяки технічним можливостям комп'ютерних технологій.

Функціональні можливості сучасних ГІС забезпечують виконання геоінформаційного аналізу та геоінформаційного моделювання. Геоінформаційний аналіз полягає у отриманні інформації з використанням просторових запитів щодо просторових відносин між наборами даних і завдяки наявності різноманітних видів аналізу забезпечують створення складних багатокрокових аналітичних геоінформаційних моделей. За допомогою геоінформаційного аналізу найчастіше розв'язують такі задачі:

- визначення просторових характеристик об'єктів та особливостей розподілу об'єктів у просторі, або закономірностей у множині певних об'єктів;
- визначення наявності та виду взаємозв'язків у просторі декількох класів об'єктів або їх характеристик;
- визначення тенденцій розвитку певних процесів у просторі та у часі.

Для опису геопростору ГІС реалізують два основних підходи:

- неструктуроване подання простору, за якого досліджуваний простір подається сукупністю комірок певної форми й розміру, що містять певні середні параметри або характеристики;
- подання структурованого простору, за якого просторові об'єкти відділені один від одного, відома їх локалізація у просторі, межі та взаємозв'язки з іншими об'єктами.

У сучасних ГІС геоінформаційне моделювання ґрунтується на новій методологічній основі [8]. Упорядкування і трансформація інформації про об'єкти моделювання забезпечує їх дослідження за відомими методами проектування та аналізу. До характерних задач геоінформаційного моделювання належать такі:

- виміри по карті;
- визначення інформації про певний об'єкт;
- пошук об'єкта за унікальним атрибутом;

- обчислення статистичних характеристик групи об'єктів;
- отримання просторової вибірки за допомогою створення запиту до таблиці атрибутів;
- отримання просторової вибірки за оверлеєм графічних шарів.

Геоінформаційне моделювання сьогодні являє собою високотехнологічний процес, що ґрунтується на зв'язках з об'єктами бази даних, забезпечує збір, обробку, збереження, доступ, відображення та поширення просторово-координованих даних. Отже мова йде про автоматизацію побудови моделей у ГІС, що ґрунтується на географічній моделі, яка описує геопросторове розташування об'єктів та передбачає їх класифікацію і структурно-типологічний аналіз. Серед методів просторового аналізу виділяють:

- мережевий аналіз, що полягає у дослідженні топологічних і геометричних властивостей лінійних просторових об'єктів;
- аналіз об'єктів у межах буферних зон, що дозволяє оцінювати зони впливу існуючої або проекрованої мережі;
- операції обчислюваної геометрії, за якими обчислюють площі і координати центроїдів полігонів, довжини ламаних і кривих ліній тощо;
- оверлейні операції, що передбачають генералізацію даних двох похідних об'єктів з об'єднанням їх атрибутів в результаті накладання різнойменних шарів.

Окрім цих стандартних методів для просторового аналізу в ГІС наявні спеціальні програми для побудови детермінованих і стохастичних моделей і спеціальні програми для прогнозування.

2 МЕТОДОЛОГІЯ СТВОРЕННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ

2.1 Методологія побудови геоінформаційної моделі землекористування та вимоги до неї

Геоінформаційні системи є потужним інструментом для аналізу та візуалізації географічної інформації, здатним забезпечити виконання комплексного аналізу стану та динаміки змін земельного фонду, за результатами якого можливо розробляти ефективні плани та раціонально використовувати обмежені ресурси під час післявоєнного відновлення. Аналіз супутникових знімків надає об'єктивну та об'ємну інформацію про стан земельних ресурсів, що застосовують для виявлення пошкоджень, оцінки масштабів руйнування та планування відновлювальних заходів.

Геоінформаційна модель землекористування є цифровим інструментом, який забезпечує систематизацію та аналіз просторових даних з можливістю подальшої візуалізації результатів. Така інформація є дуже важливою для прийняття рішень під час планування та управління землекористуванням. Геоінформаційні технології ґрунтуються на інтеграції просторових і атрибутивних даних, що забезпечує можливість надання вичерпної інформації про досліджувану територію майже необмеженого обсягу. Окрім того, геоінформаційні технології сприяють моделюванню з погляду системного підходу, що передбачає врахування впливу на стан досліджуваної території певних зовнішніх факторів, таких як географічне положення, природні, економічні й соціальні впливи, та визначення зв'язків з означеними факторами [8].

Теоретично геоінформаційне моделювання спирається на два ключових уявлення про простір – растрова модель та векторна модель. Растрова модель подає просторову інформацію у вигляді матриці, що містить рядки й стовпці, а її елемент містить одне конкретне значення, що описує характеристику даної території. Векторна модель подає просторову інформацію у вигляді математичних примітивів – точок, ліній і полігонів.

Моделювання також поєднує дедуктивний та індуктивний підходи. Дедуктивне моделювання полягає у визначенні основних сукупних закономірностей протікання досліджуваного процесу у взаємодії всіх його компонентів. Дедуктивні моделі описують процес в цілому. Індуктивний метод – це спосіб дослідження, за якого висновки формуються шляхом накопичення причин і наслідків та окремих фактів і подальшого переходу до загальних правил і закономірностей.

Для побудови геоінформаційної моделі землекористування потрібно сформулювати вимоги до моделі, тобто визначити, які функції вона повинна забезпечити для розв'язання поставленої задачі аналізу змін у землекористуванні на території Лозівського району Харківської області. Перш за все це стосується особливостей та якості вхідних даних для аналізу. Вхідні дані для геоінформаційної моделі мають відповідати вимогам просторової точності, бути актуальними та структурованими. Дані поділяються на просторові та атрибутивні. Вхідні дані повинні мати просторову прив'язку, придатну точність та роздільну здатність, відповідати вимогам повноти, достовірності й сумісності форматів та атрибутивній наповненості. Для забезпечення потрібної якості дані піддають попередній обробці.

Для ефективного розв'язання задачі аналізу змін у землекористуванні геоінформаційна модель повинна забезпечувати:

- просторову точність, забезпечувати високу роздільну здатність і коректну геоприв'язку;
- часову актуальність, можливість враховувати дані за різні періоди та швидко оновлювати інформацію;
- масштабованість, здатність працювати з великими об'ємами даних різного походження;
- інтегративність, об'єднувати різні типи даних;
- автоматизацію, здатність до автоматичного класифікування і аналізу змін;
- візуалізація, надання тематичних карт і звітів для користувачів.

Створення геоінформаційної моделі включає етапи передпроектного дослідження, вивчення вимог і функціональних можливостей застосовуваних програмних засобів ГІС та апробацію побудованої моделі (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 – Етапи створення геоінформаційної моделі

2.2 Джерела даних та організація вхідної інформації

Вибір джерела вхідних даних для розв'язання поставленої задачі можна здійснити за допомогою огляду наявних пропозицій міжнародних установ, що надають набори глобальних та регіональних даних про землекористування та земний покрив для наукових і планувальних цілей. Зокрема, серед таких продуктів набір глобальних даних про земний покрив MODIS від NASA (MCD12Q1 та MCD12C1), глобальний набір даних про земний покрив Copernicus (CGLS-LC100 та WorldCover) Європейського космічного агентства (ESA) та Європейської комісії [13]. Окрім цього, надає безкоштовний доступ до глобальних даних про земну поверхню Центр розподіленого

активного архівування даних про процеси на суші LP DAAC (Land Processes Distributed Active Archive Center). Центром управляє NASA та Геологічна служба США (USGS), на його сайті доступні такі основні платформи та набори даних:

- MODIS та VIIRS – супутникові щоденні та сезонні дані температури поверхні Землі, індексу рослинності (NDVI) та характеристик лісів;
- ASTER – глобальні цифрові моделі рельєфу GDEM (Global Digital Elevation Model) за даними оптичних та теплових сенсорів;
- GEDI – дані вимірювань структури рельєфу та лісів високої роздільної здатності;
- NASADEM та SRTM – глобальні цифрові моделі рельєфу всієї суші.

Центр LP DAAC надає відкритий доступ до усіх архівів для дослідників.

Також наявні у відкритому доступі такі набори даних, як «Глобальний земний покрив та зміни землекористування» (GLCLUC 2000–2020) Центру глобальних відкриттів та аналізу Землі (GLAD) при Університеті Меріленду (дані супутника Landsat з роздільною здатністю 30 м щодо змін у лісах, сільськогосподарських угіддях, урбанізованих територіях та водоймах); набір даних про земельний покрив Esri 2020, розроблений компанією ESRI (США) сумісно з Impact Observatory та Microsoft (дані супутника Sentinel-2 з роздільною здатністю 10 м, розділені на 9-10 категорій); щорічний продукт динамічного моніторингу земельного покриття OpenLandMap, від фонду OpenGeoHub, що є міжнародним проектом, який агрегує дані про ґрунт, рослинність та земний покрив. Дані доповнюються інформацією зі спільних джерел, зокрема, From A to Z і Geo-Wiki Міжнародного інституту прикладного системного аналізу (NASA) і доступні на порталі Earthdata (NASA).

З розглянутого переліку наборів даних про земельний покрив найбільше придатними уявляються дані проекту MODIS (MCD12Q1) і програми WorldCover та Dynamic World (Copernicus). Для їх порівняння складено таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Порівняння глобальних продуктів земного покриття MODIS (MCD12Q1) та Copernicus (WorldCover та Dynamic World)

Ресурс	Проект MODIS (MCD12Q1)	Програма WorldCover та Dynamic World (Copernicus)
Оператор	NASA (LP DAAC)	Європейське космічне агентство (ESA) та Європейська комісія
Головний датчик	Супутниковий комплекс MODIS	PROBA-V (2019), Sentinel-1, Sentinel-2 (2015-2023)
Просторова роздільна здатність	500 м	100 м (2019); 10 м (WorldCover 2015-2023)
Період спостереження	2001–2026	1 рік (2015–2023, WorldCover); 2-5 днів (Dynamic World)
Система класифікації	IGBP	Уніфікована LCCS ФАО
Точність	67–77%	80-85%

У результаті порівняння продуктів земного покриття MODIS (MCD12Q1) та Copernicus (WorldCover та Dynamic World) був вибраний проект MODIS (MCD12Q1). Цей вибір обґрунтовується тривалістю періоду спостережень, що становить 25 років, оскільки поставлена для розв'язування задача полягає у виконанні аналізу змін у землекористуванні, які є природними процесами та відбуваються повільно.

Проект MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) являє собою науковий супутниковий комплекс двох супутників – Terra, запущений у 1999 р., та Aqua, запущений у 2002 р. Проект реалізований Національним управлінням з авіації та дослідження космічного простору NASA (National Aeronautics and Space Administration) для моніторингу Землі і надає повні глобальні знімки кожні 1-2 дні. Забезпечує фіксування даних у 36 спектральних діапазонах від видимого до теплового інфрачервоного та роздільну здатність 250-1000 м. Дані цього проекту передбачають

оцінювання стану лісів, моніторинг посух, відстеження лісових пожеж та змін у сільському господарстві. Дані проекту MODIS знаходяться у вільному доступі.

Отримані від проекту MODIS (MCD12Q1) дані для оцінювання стану землекористування у Лозівському районі Харківської області представлені у растровому форматі і класифіковані за схемою IGBP (International Geosphere-Biosphere Programme), яка є глобальним стандартом кодування типів земного покриву і найчастіше використовується у супутниковому картографуванні, зокрема й для даних MODIS. Система IGBP включає 17 основних класів, що наведені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Класифікація IGBP

Номер	Код	Опис
1	2	3
Ліси (Forests)		
1	ENF	Вічнозелені хвойні (Evergreen Needleleaf)
2	EBF	Вічнозелені широколистяні (Evergreen Broadleaf)
3	DNF	Листопадні хвойні (Deciduous Needleleaf)
4	DBF	Листопадні широколистяні (Deciduous Broadleaf)
5	MXF	Змішані ліси (Mixed Forests)
Чагарники та савани (Shrublands & Savannas)		
6	CSH	Закриті чагарники (Closed Shrublands) — >60% деревного покриву
7	OSH	Відкриті чагарники (Open Shrublands) — 10% - 60% покриву
8	WSA	Деревні савани (Woody Savannas)
9	SAV	Савани (Savannas)
Трави та поля (Grasslands & Croplands)		
10	GRA	Луки та пасовища (Grasslands)
11	CRO	Орні землі (Croplands)
12	WET	Постійно вологі угіддя / болота (Permanent Wetlands)
13	C/NV	Мозаїка орних земель та природної рослинності (Cropland/Natural Vegetation Mosaic)

Продовження таблиці 2.2

1	2	3
Інші типи покриву (Other lands)		
14	URB	Міські та забудовані території (Urban and Built-up Lands)
15	BSV	Безплідні або слабо вкриті рослинністю землі (Barren/Sparsely Vegetated)
16	WDB	Водні об'єкти (Water Bodies)
17	SNO	Сніг та лід (Snow and Ice)

Ця система часто інтегрується з іншими кліматичними індексами для аналізу змін клімату.

2.3 Обґрунтування вибору програмного забезпечення для моделювання

Під час вибору програмного забезпечення для побудови ГІС моделі важливо визначити фундаментальні розбіжності програмних продуктів. Зокрема, для оцінки програмних пакетів важливо, які моделі просторових даних вони підтримують, а також якими функціями просторового аналізу обладнані. Усі сучасні ГІС підтримують векторну і растрову моделі просторових даних, але відрізняються особливостями їх реалізації. У ГІС масиви даних розділяються на шари, і у кожному шарі поміщають об'єкти одного геометричного типу, точки, лінії та полігони. Але у деяких програмних пакетах в межах одного шару або таблиці зберігаються об'єкти різних геометричних типів, що може спричинювати ускладнення під час аналізу або моделювання.

Модель даних виражає організацію даних у ГІС. Геоінформаційні системи попереднього покоління гуртуються на геореляційній моделі векторних даних, у якій геометрія і атрибути зберігались в окремих файлах. Типовими представниками були таких систем є ArcView GIS і MapInfo. На сучасному етапі розробники програмного забезпечення геоінформаційних систем орієнтуються на інтегровану модель даних, в якій геометрія і атрибути розміщуються у загальному сховищі під керуванням

стандартної СКБД. Ця модель використовується в базі геоданих ArcGIS, у сховищі GeoMedia, в Oracle Spatial тощо. Така будова бази геоданих дозволяє детально моделювати величезну розмаїтість різних явищ реального світу, і для цього не потрібний спеціальний програмний код, цілком достатньо використовувати звичайні середовища проектування баз даних.

Для розробки цифрової моделі землекористування Лозівського району Харківської області обраний програмний пакет QGIS, що реалізує повний спектр функцій: обробку растрових даних, картографування та платформу плагінів, векторне редагування, обстеження місцевості, високоякісні карти для друку, інтеграцію з PostGIS та публікацію через QGIS Server. Містить екосистему професійних плагінів для дослідження земного покриву та клімату, зокрема, плагін напівавтоматизованої класифікації зображень Landsat/Sentinel/MODIS з графічним інтерфейсом. Також перевагою програмного пакету QGIS є відкритий вхід.

3 АНАЛІЗ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ЗМІН ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ НА ТЕРИТОРІЇ ЛОЗІВСЬКОГО РАЙОНУ

3.1 Формування просторових даних для аналізу змін землекористування

В умовах сучасного розвитку суспільства земельні ресурси виступають одним із найважливіших природних активів, які зазнають значного впливу внаслідок зростання чисельності населення, процесів урбанізації та глобальних кліматичних змін. За оцінками фахівців, щороку втрачається близько 12 мільйонів гектарів родючих земель, що створює серйозні ризики для забезпечення продовольчої безпеки на світовому рівні. У зв'язку з цим традиційні підходи до визначення видів землекористування дедалі більше втрачають свою ефективність і не здатні повною мірою задовольнити сучасні потреби управління територіями. Одним із найбільш перспективних інструментів у цій сфері є геоінформаційні системи (ГІС), які забезпечують комплексний аналіз і візуалізацію просторових даних. Геоінформаційні моделі дозволяють об'єднувати просторову та атрибутивну інформацію про земельні ділянки, включаючи їхні фізичні, хімічні та економічні характеристики. Процес створення таких моделей передбачає збір даних із використанням технологій дистанційного зондування Землі, формування географічних баз даних, а також розроблення тематичних шарів і системи показників, що характеризують стан ґрунтового покриву.

Використання геоінформаційних моделей у сфері землекористування характеризується низкою суттєвих переваг, серед яких варто виділити високу оперативність обробки інформації, об'єктивність результатів аналізу, можливість масштабування досліджень та економічну доцільність їх застосування. Разом з тим ефективність таких систем може обмежуватися недостатнім обсягом польових спостережень, необхідних для верифікації даних дистанційного зондування, а також наявністю правових і організаційних бар'єрів щодо доступу до окремих інформаційних ресурсів. Незважаючи на зазначені труднощі, створення та вдосконалення

геоінформаційних моделей є важливим напрямом розвитку системи управління земельними ресурсами та виступає одним із ключових інструментів забезпечення принципів сталого землекористування.

Першим етапом побудови геоінформаційної моделі стало створення шару адміністративних меж Лозівського району. Використання зазначеного шару забезпечило просторове обмеження області дослідження та дало можливість відібрати релевантні дані про стан ґрунтових ресурсів виключно в межах досліджуваної території. Це створило основу для проведення подальшого аналізу та підвищило достовірність отриманих результатів (рис. 3.1).

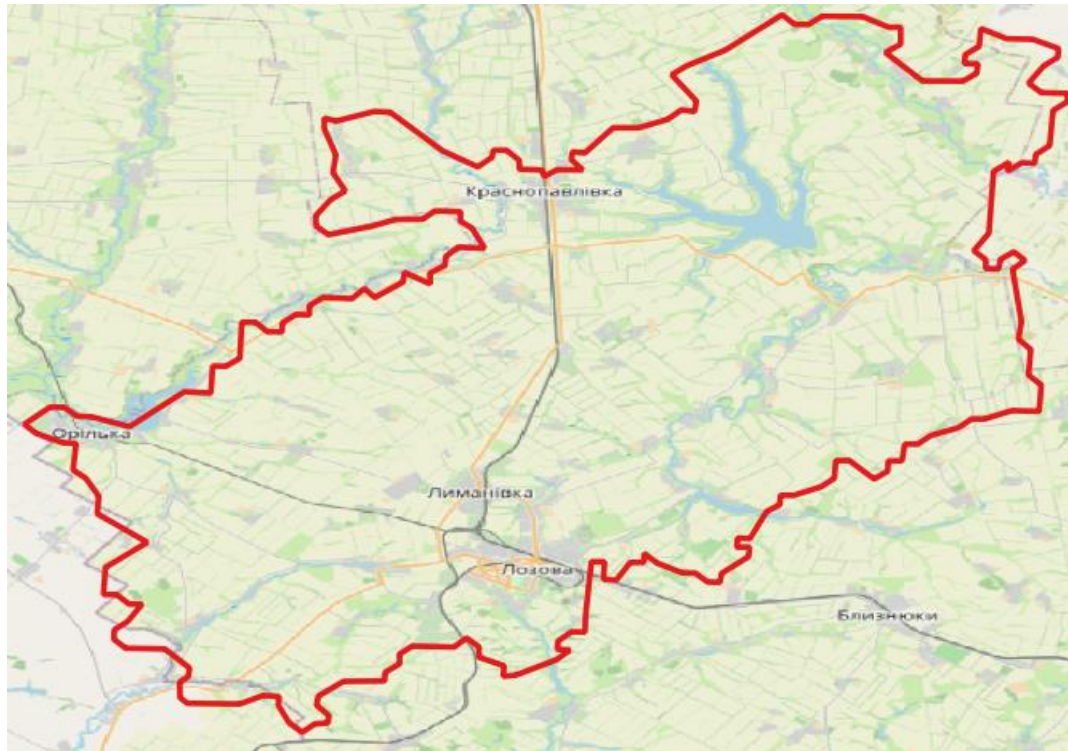


Рисунок 3.1 – Шар меж Лозівського району Харківської області

Наступним етапом моделювання стало формування базового інформаційного шару для здійснення визначення видів землекористування у Лозівському районі Харківської області. З цією метою до геоінформаційного проєкту було інтегровано дані щодо структури землекористування, методика збору яких детально розглядається у

другому розділі роботи. На основі отриманої інформації було сформовано тематичні шари, що відображають стан ґрунтових ресурсів досліджуваної території станом на 2001, 2021 та 2026 роки. Створені шари стали основою для проведення порівняльного аналізу динаміки змін ґрунтового покриву та оцінювання тенденцій його трансформації впродовж досліджуваного періоду (рис. 3.2-3.4).

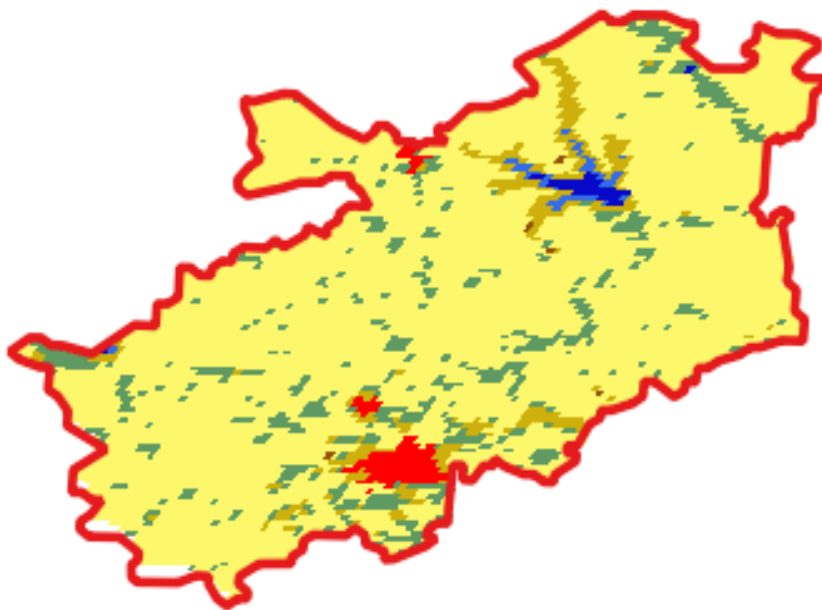


Рисунок 3.2 – Карта стану земельних ресурсів Лозівського району
Харківської області у 2001 році

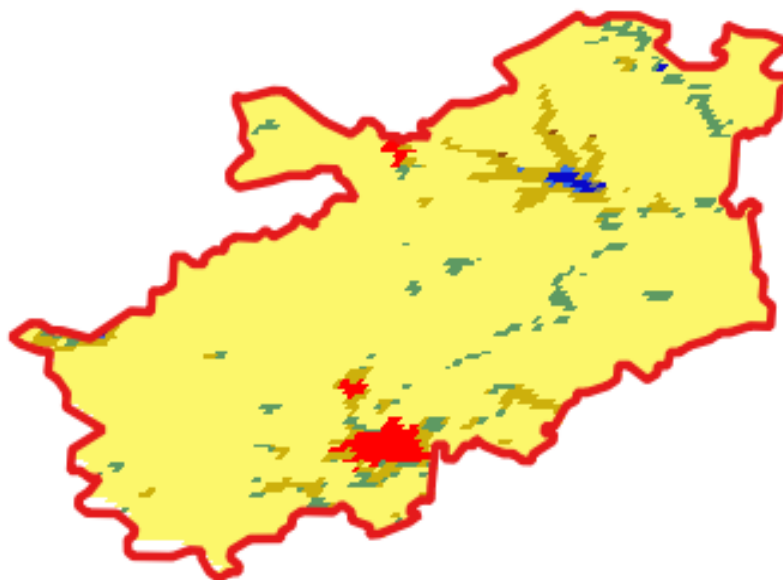


Рисунок 3.3 – Карта стану земельних ресурсів Лозівського району
Харківської області у 2021 році

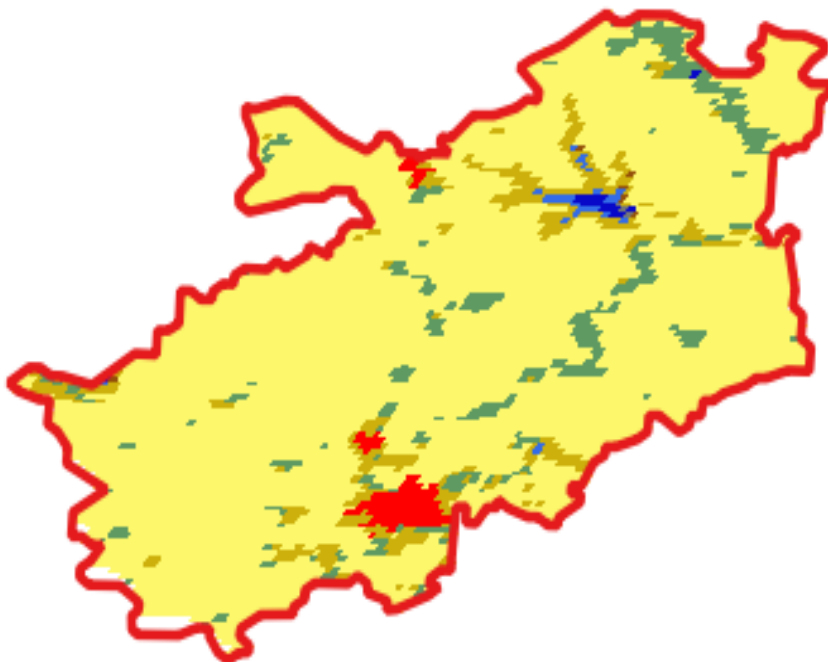



Рисунок 3.4 – Карта стану земельних ресурсів у Лозівському районі
Харківської області у 2026 році

У таблиці 3.1 наведено легенди для рисунків 3.2-3.4, що відображають стан земельних ресурсів у Лозівському районі Харківської області.

Таблиця 3.1 – Легенда до шарів, що відображають стан земельних ресурсів у Лозівському районі Харківської області

Код	Колір	Тип покритву	Код	Колір	Тип покритву
C/NV		Трав'яний покритв	URB		Забудовані землі
GRA		Луки та пасовища	CRO		Орні землі
WET		Водно-болотні угіддя	WDB		Водні об'єкти
BSV		Сільськогосподарські угіддя	SAV		Неродюча земля

Дані про стан земельних ресурсів за певний рік наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Земельні ресурси Лозівського району Харківської області

Типи покриття	2001		2021		2026	
	тис. га	%	тис. га	%	тис. га	%
Трав'яний покрив	6,547	4,634	6,526	4,619	8,307	5,880
Луки та пасовища	0,150	0,106	0,064	0,046	0,129	0,091
Водно-болотні угіддя	0,794	0,562	0,236	0,167	0,515	0,365
Сільськогосподарські угіддя	117,354	83,060	127,056	89,927	121,454	85,962
Забудовані землі	2,147	1,519	2,147	1,519	2,147	1,519
Орні землі	13,502	9,556	4,830	3,418	8,307	5,880
Неродюча земля	0,000	0,000	0,064	0,046	0,064	0,046
Водні об'єкти	0,794	0,562	0,365	0,258	0,365	0,258
Усього	141,288	100	141,288	100	141,288	100

Загальна площа території Лозівського району Харківської області залишається стабільною на рівні 141,288 тис. га протягом усього періоду, що свідчить про відсутність значних територіальних втрат чи приєднань і дозволяє безпосередньо порівнювати абсолютні та відносні показники. Структурні зміни в землекористуванні за досліджені 25 років є досить виразними і відображають складні процеси, характерні для сучасних аграрних країн.

Станом на 2001 рік земельний фонд Лозівського району Харківської області становив 141,288 тис. га. Структура землекористування вже тоді мала чітко виражений аграрний характер. Сільськогосподарські угіддя займали 117 354 тис. га, або 83,06 % загальної площі. У їх складі орні землі становили 13,502 тис. га (9,56 %). Трав'яний покрив займав 6,547 тис. га (4,634 %), пасовища відповідно 0,150 тис. га (0,106 %). Водно-болотні угіддя становили 0,794 тис. га (0,562 %), водні об'єкти 0,794 тис. га

(0,562 %). Забудовані землі займали 2,147 тис. га (1,519 %). Неродюча земля була відсутня.

У 2021 році загальна площа району залишилася незмінною. Структура землекористування стала ще більш аграрно орієнтованою. Сільськогосподарські угіддя значно розширилися і сягнули 127,056 тис. га, що становило 89,927 % території. Водночас площа орних земель суттєво зменшилася до 4,830 тис. га (3,418 %). Трав'яний покрив становив 6,526 тис. га (4,619 %), пасовища скоротилися до 0,064 тис. га (0,046 %). Водно-болотні угіддя зменшилися до 0,236 тис. га (0,167 %), водні об'єкти до 0,365 тис. га (0,258 %). Забудовані землі залишилися стабільними, а неродюча земля з'явилася в обсязі 0,064 тис. га (0,046 %).

Станом на 2026 рік сільськогосподарські угіддя займають 121,454 тис. га, або 85,962 % загальної площі. Орні землі зросли порівняно з 2021 роком і становлять 8,307 тис. га (5,880 %). Трав'яний покрив також збільшився до 8,307 тис. га (5,880 %), пасовища 0,129 тис. га (0,091 %). Водно-болотні угіддя відновилися до 0,515 тис. га (0,365 %), водні об'єкти стабілізувалися на рівні 0,365 тис. га (0,258 %). Забудовані землі не змінилися, неродюча земля залишилася на рівні 0,064 тис. га (0,046 %).

Таким чином, протягом усього періоду земельний покрив Лозівського району характеризується абсолютним домінуванням сільськогосподарських угідь (від 83 % до 90 %), при цьому спостерігається значна трансформованість ландшафту. Природні та напівприродні елементи (трав'яний покрив, водно-болотні угіддя та водні об'єкти) разом займають відносно скромну частку, що типово для інтенсивно освоєних степових територій Харківської області.

3.2 Аналіз змін у землекористуванні

На основі базових даних було створено карту, що відображає зміни земельних ресурсів у Лозівському районі Харківської області з 2001 по 2025 рік (рис. 3.5). Базові дані, використані для аналізу, наведено в таблиці 3.2.

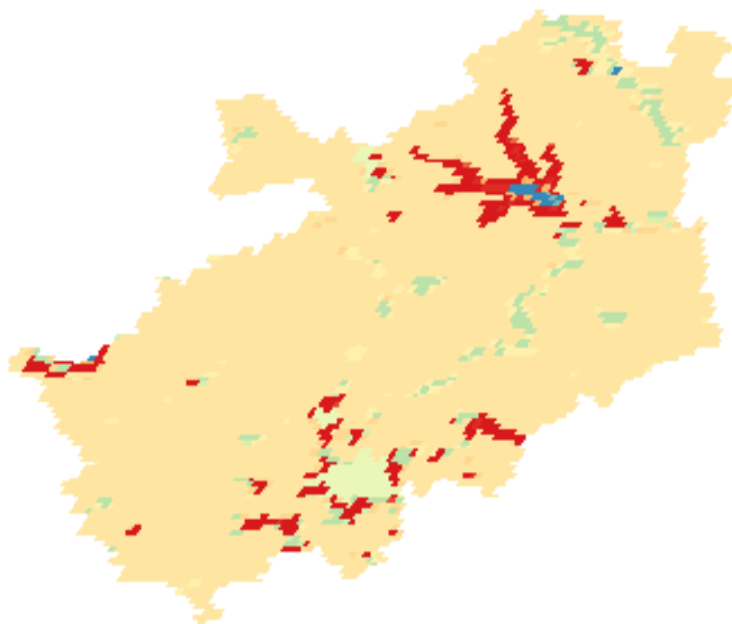


Рисунок 3.5 – Карта змін землекористування у Лозівському районі Харківської області з 2001 по 2026 рік.

Виходячи з отриманої карти змін слід зазначити, що у період 2001-2021 роках спостерігалось суттєве розширення площі сільськогосподарських угідь з 117,354 тис. га (83,06 %) до 127,056 тис. га (89,93 %). Це зростання на майже 9,7 млн га вказує на активну агроекспансію, яка, ймовірно, була зумовлена кількома факторами. По-перше, економічними стимулами, а саме підвищенням світових цін на зернові та олійні культури, зростанням експортного потенціалу та інвестиціями в агробізнес. По-друге, можливим переведенням у сільгоспугіддя раніше менш інтенсивно використовуваних земель, зокрема частини трав'янистих територій та деградованих ділянок. Водночас відбулося кардинальне скорочення орних земель (ріллі) з 13,502 тис. га (9,56 %) у 2001 році до лише 4,83 тис. га (3,42 %) у 2021-му. Таке падіння більш ніж на 64 % найімовірніше пов'язане з виведенням з активного обробітку малопродуктивних, еродованих, заболочених або віддалених орних земель. У багатьох регіонах це могло бути наслідком депопуляції сільської місцевості, нестачі трудових ресурсів, зростання вартості обробітку та переходу на більш екстенсивні форми землекористування такі як сінокоси та пасовища.

Паралельно зменшилася площа водно-болотних угідь (з 794 до 236 тис. га), що може свідчити про їх осушення, сільськогосподарське освоєння або деградацію внаслідок зміни гідрологічного режиму. Трав'яний покрив залишався відносно стабільним, а пасовища навіть дещо скоротилися, що узгоджується з загальною тенденцією інтенсифікації використання кращих земель і занедбання менш придатних.

Період 2021-2026 років демонструє часткову корекцію попередніх тенденцій. Площа сільськогосподарських угідь зменшилася до 121,454 тис. га (85,96 %), тобто відбулося повернення приблизно 5,6 млн га у інші категорії. Орні землі, навпаки, зросли до 8,307 тис. га (5,88 %), що говорить про часткове відновлення ріллі, можливо, за рахунок кращих ґрунтів або завдяки державній політиці підтримки агровиробництва. Трав'яний покрив збільшився до 8,307 тис. га (5,88 %), а водно-болотні угіддя частково відновилися до 515 тис. га. Такі зміни можуть бути результатом кількох процесів: природної сукцесії на занедбаних землях, впливу кліматичних факторів, реалізації програм відновлення екосистем, а також зовнішніх шоків, таких як воєнні дії, міграція населення або логістичні проблеми з експортом, які змусили зменшити інтенсивність обробітку.

Забудовані землі залишаються абсолютно стабільними (2,147 тис. га / 1,52 %), що свідчить про низькі темпи урбанізації на цій території або точність класифікації, яка не фіксує розширення населених пунктів. Поява невеликої площі неродючої землі (64 тис. га) після 2001 року, ймовірно, відображає процеси деградації ґрунтів, техногенного впливу або зміни методології обліку.

Взагалі, за 25 років територія пережила фазу активної аграрної експансії та інтенсифікації (2001-2021), за якою частково пішла корекція у бік екстенсифікації та відновлення природних елементів ландшафту (2021-2026 рр.). Результат – зменшення частки орних земель порівняно з 2001 роком при збереженні домінування сільськогосподарського використання. Це типова траєкторія для регіонів з високим рівнем ризику деградації ґрунтів, де надмірна оранка призводить до виснаження земель, після чого відбувається їх часткове залуження.

Узагальнюючи результати проведеного аналізу, слід зазначити, що такі коливання вимагають постійного проведення моніторингу. Подальша стратегія повинна балансувати між продовольчою безпекою, збереженням родючості ґрунтів, відновленням біорізноманіття та адаптацією до кліматичних змін. Особливо важливим є запобігання подальшій деградації через впровадження сівозмін, консервуючого землеробства та відновлення водно-болотних комплексів.

У таблиці 3.3 представлено матрицю переходу, що ілюструє зміни в стані землекористування у Лозівському районі Харківської області у період з 2001 по 2025 рік.

Таблиця 3.3 – Матриця переходу видів землекористування

Тип покриття	Трав'яний покрив	Пасовища	Водно-болотні угіддя	Сільськогосподарські угіддя	Забудовані землі	Орні землі	Водні об'єкти
Трав'яний покрив	0,912	0,017	0,057	0,007	0	0,007	0
Луки та пасовища	0,67	0,33	0	0	0	0	0
Водно-болотні угіддя	0,364	0	0,636	0	0	0	0
Сільськогосподарські угіддя	0,014	0	0	0,956	0	0,03	0
Забудовані землі	0	0	0	0	1	0	0
Орні землі	0,089	0	0	0	0	0,911	0
Водні об'єкти	0	0	0	0	0	0	1

Найшвидшим і найпоширенішим процесом є залишення сільськогосподарських угідь (з ймовірністю 61%), що означає, що всі сільськогосподарські угіддя перетворюються на пасовища протягом трьох років. Пасовища слугують основним

місцем призначення для всіх залишених сільськогосподарських угідь та деградованих лісів. Зворотне перетворення з пасовищ на орні землі також відбувається, але в значно менших масштабах і становить лише 12,8 %. Природна сукцесія лісу вже чітко помітна: приблизно 5 % пасовищ перетворюється на хвойні або листяні ліси протягом трьох років, тоді як відкриті ліси активно замінюються хвойними лісами.

Матриця переходу (табл. 3.3) ілюструє ймовірності трансформації різних видів землекористування у Лозівському районі Харківської області. Кожний рядок матриці показує, куди переходять землі певного виду землекористування, а сума значень у рядку дорівнює одиниці, що підтверджує її ймовірнісний характер.

Найстабільнішими категоріями є забудовані землі та водні об'єкти, які повністю зберігають свій статус (ймовірність 1,0). Це свідчить про їхню високу інерційність і відсутність суттєвих змін у межах антропогенних та аквально-територій.

Сільськогосподарські угіддя також демонструють високу стабільність з ймовірністю 95,6 % площ залишаються в цьому виді землекористування. Однак 1,4 % переходить у трав'яний покрив, а 3 % – в орні землі. Це вказує на певну внутрішню переструктуризацію сільськогосподарських територій, зокрема залуження частини угідь і уточнення класифікації орних земель.

Орні землі зберігають 91 % своєї площі, проте 8,9 % перетворюється у трав'яний покрив. Такий перехід є досить значним і відображає процеси залуження (заліснення або природне заростання) частини ріллі, що втратила продуктивність або була виведена з активного обробітку.

Трав'яний покрив зберігає 91 % своєї площі. Невеликі переходи відбуваються в пасовища (1,6 %), водно-болотні угіддя (5,6 %), сільськогосподарські угіддя (0,66 %) та орні землі (0,66 %). Це свідчить про відносну стабільність цих видів землекористування з помірною динамікою обміну з іншими природними та сільськогосподарськими видами.

Пасовища мають помітну динаміку: лише 33 % залишаються пасовищами, тоді як 67 % переходять у трав'яний покрив. Це типовий процес сукцесії, коли пасовища без регулярного випасу поступово перетворюються на більш різноманітні трав'яні угіддя.

Водно-болотні угіддя зберігають 63,6 % своєї площі, а 36,3 % переходять у трав'яний покрив. Такий перехід може бути пов'язаний із природним заростанням, осушенням або зміною гідрологічного режиму, що призводить до трансформації боліт у вологі луки.

Загалом матриця переходу демонструє високу загальну стабільність земельного фонду району, особливо антропогенних і водних категорій. Найактивніші процеси відбуваються в межах природних і напівприродних типів (трав'яний покрив, луки та пасовища, водно-болотні угіддя) та між ними і сільськогосподарськими угіддями. Домінуючим напрямком трансформацій є перехід земель у бік трав'яного покриву, що відображає тенденції екстенсифікації землекористування, залуження малопродуктивних орних земель і природної сукцесії. Це характерно для степових територій з високим рівнем сільськогосподарського освоєння та впливом соціально-економічних чинників.

3.3 Прогнозування змін у землекористуванні

Численні наукові публікації розглядають методи моделювання та прогнозування динаміки землекористування та змін земного покриву в різних географічних регіонах, включаючи Індію, Пакистан, Китай та Сполучені Штати. Усі дослідження інтегрують дані дистанційного зондування та геоінформаційні системи як основу для класифікації та оцінки точності. Для прогнозування майбутніх сценаріїв використовувався широкий спектр обчислювальних методів, від гібридних моделей (таких як моделі СА-Маркова) до передових підходів глибокого навчання. Зокрема, для врахування нелінійних просторових залежностей та прийняття рішень на мікрорівні використовувалися складні моделі, включаючи штучні нейронні мережі, мережі графів уваги та агентні

моделі. Загальні прогнози для досліджуваних регіонів вказують на постійне та значне збільшення урбанізованих територій, головним чином за рахунок сільськогосподарських угідь та природних територій. Ці публікації підкреслюють вирішальну роль точних моделей прогнозування у підтримці стратегій сталого управління земельними ресурсами в контексті швидкої урбанізації.

Інтегровані моделі, що поєднують методи просторового аналізу з алгоритмами машинного навчання або глибокого навчання (особливо штучні нейронні мережі, рекурентні нейронні мережі тощо), часто разом із клітинними автоматами та марківськими моделями, пропонують значні переваги, але також мають деякі обмеження у прогнозуванні просторових змін у землекористуванні.

Одними з найефективніших та широко використовуваних інструментів машинного навчання для прогнозування деградації та відновлення ґрунтів в Україні та інших частинах світу є багатошарові перцептрони (MLP). Вони особливо добре підходять для ситуації в Україні, особливо враховуючи доступних для вивчення великої кількості супутникових даних (Sentinel-2, Landsat), на жаль дані наземних вимірювань обмежені.

З кількох причин, MLP особливо підходить для українських ґрунтів, таких як чорноземи, що демонструють сильну нелінійну реакцію на кліматичні та технологічні фактори в сільському господарстві, мають велику кількість доступних часових рядів (NDVI на основі 10-денних знімків, починаючи з 2016 року), здатні обробляти табличні дані в межах пікселю 10x10 метрів або обраної ділянки, а також можуть бути легко реалізовані на звичайному ноутбуківі або в хмарі Google Colab.

На підставі наведених вище міркувань в даній роботі для виконання прогнозування було обрано саме багатошаровий перцептрон.

Для прогнозування змін землекористування у Лозівському районі Харківської області було створено та досліджено понад 20 моделей нейронних мереж з різною кількістю прихованих шарів та параметрами навчання. На рисунку 3.6 показано

результати навчання окремих моделей. Як критерій оцінки ефективності навчання нейронної мережі було обрано коефіцієнт каппа.

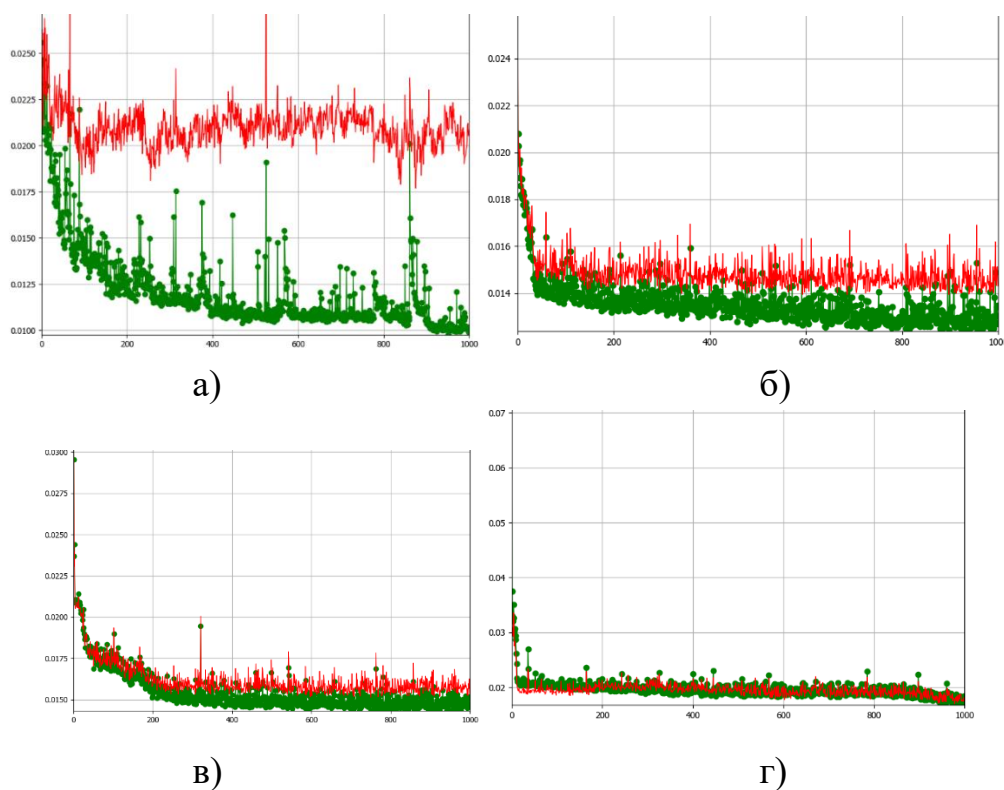


Рисунок 3.6 – Результати навчання нейронної мережі:

а) $k=0,12$; б) $k=0,43$; в) $k=0,57$ – мережа перенавчена;

г) $k=0,83$

Розроблену нейронну мережеву модель було використано для прогнозування змін землекористування у Лозівському районі Харківської області. Результати представлені у вигляді растрових площин на рисунку 3.7.

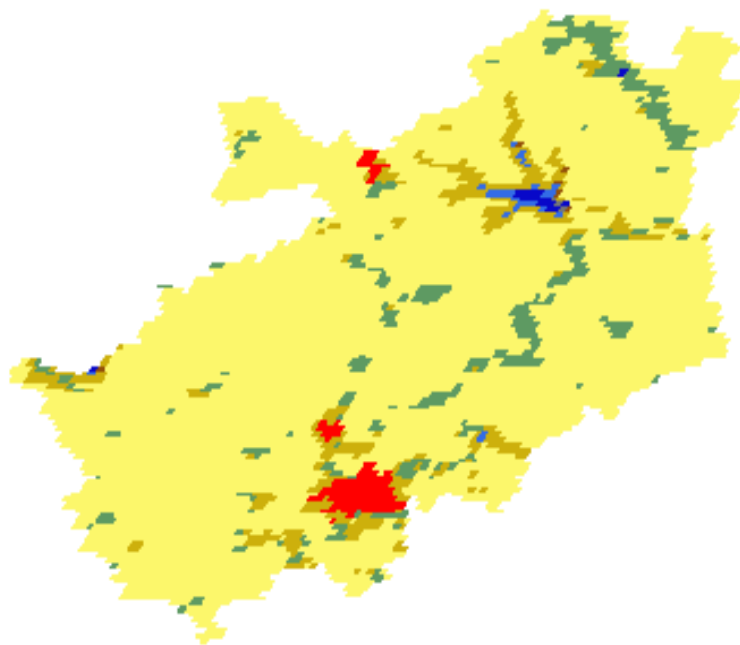


Рисунок 3.7 – Прогнозований стан землекористування у Лозівському районі Харківської області

Відповідно до зробленого припущення, на короткому часовому інтервалі за результатами прогнозування суттєвих змін не виявлено. Рисунок 3.8 ілюструє достовірність прогнозу.

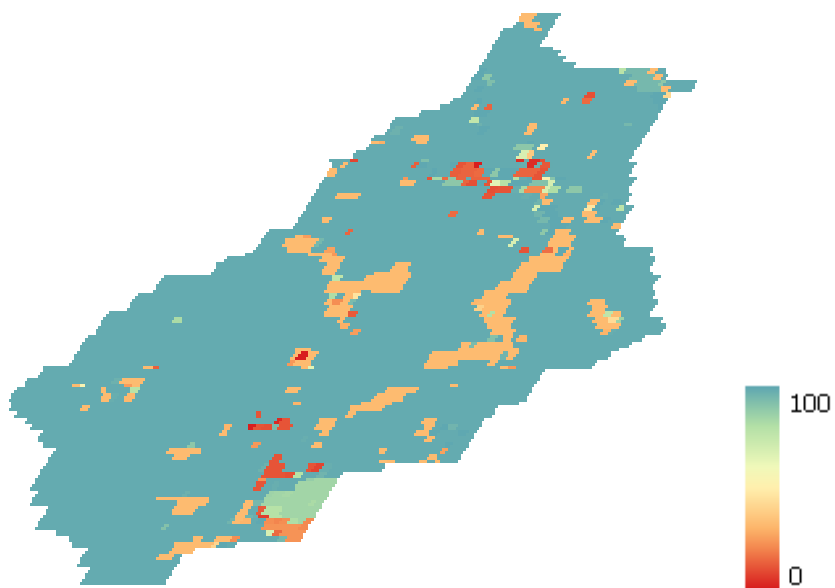


Рисунок 3.8 – Карта прогнозованої надійності

Як показано на рисунку 3.8, більшість земельних ділянок у Лозівському районі демонструють високу або дуже високу точність прогнозу (представлену переважно блакитними та блакитно-сірими пікселями). Райони з нижчою точністю (червоно-помаранчеві піксолі) мають менше покриття та більш обмежений розподіл.

Незважаючи на деякі локальні відмінності в надійності, модель загалом дозволяє з хорошою точністю прогнозувати зміни у землекористуванні.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Завдання в галузі охорони праці

Закон України «Про охорону праці» окреслює основні засади щодо реалізації конституційного права громадян на безпеку їхнього життя та здоров'я під час трудової діяльності, регулює взаємовідносини між власником підприємства, установи та організації й найманим працівником стосовно безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, а також встановлює єдиний порядок організації праці в Україні.

Дія закону поширюється на всі підприємства, установи та організації незалежно від форм власності та видів їхньої діяльності, на всіх громадян, які працюють, а також тих, кого залучають до праці на цих підприємствах.

На підприємствах укладено договір про взаємини у сфері охорони праці та захисту довкілля.

Керуючись законодавством України, Статутом підприємства, господарським договором, чинними нормативними документами, що не суперечать законодавству України, підприємства у своїй діяльності з охорони праці та промислової безпеки:

- постійно здійснюють контроль за дотриманням працівниками правил і норм з охорони праці, техніки безпеки, правил пожежної безпеки, гігієни праці;
- проводять розслідування нещасних випадків на виробництві та випадків професійних захворювань;
- інформують осіб, які вступають на роботу, під розписку при укладенні трудового договору про умови праці, наявність на робочому місці небезпечних і шкідливих виробничих факторів, права на пільги та компенсації при роботі в таких умовах;
- видають безкоштовно за встановленими нормами спецодяг, спецвзуття та інші засоби індивідуального захисту, а також мийні та знешкоджувальні засоби;

- зобов'язуються відшкодувати працівникові шкоду, заподіяну йому каліцтвом або іншими ушкодженнями здоров'я, пов'язаними з виконанням трудових обов'язків, відповідно до законодавства виплачувати потерпілому (членам родини та утриманцям померлого) одноразову допомогу;

- зобов'язуються не використовувати на важких роботах, у шкідливих умовах (згідно з переліком професій) працю жінок і підлітків;

- самостійно ведуть роботу з інспекціями з нагляду за охороною праці, органами пожежного нагляду, санітарного нагляду, енергонагляду та ін., а також здійснюють контроль за дотриманням нормативних актів, пов'язаних з ними;

- виконують вимоги правил пожежної безпеки на об'єктах підприємства;

- розробляють щорічно комплекс заходів щодо досягнення нормативів безпеки, гігієни праці, попередження випадків виробничого травматизму, професійних захворювань та аварій і виконують їх;

- розробляють заходи з охорони довкілля, щодо зменшення промислових відходів.

4.2 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів на об'єкті

Згідно з Системою стандартів безпеки праці (ССБП), яка є головним нормативним та технічним фундаментом для забезпечення безпеки на робочому місці, умови праці визначаються наявністю або відсутністю факторів, що становлять небезпеку або шкоду. Фактор виробничого середовища вважається небезпечним, якщо його вплив призводить до травмування. Шкідливим є той фактор, вплив якого викликає професійне захворювання.

Важливо брати до уваги небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які можуть впливати на працівників.

У рамках цього технологічного процесу до категорії фізичних факторів належать:

- високий рівень шуму на робочому місці;

- надмірна або недостатня вологість повітря;
- відсутність або дефіцит природного освітлення;
- недостатнє освітлення в робочій зоні;
- знижена контрастність.

Ці фактори можуть призвести до погіршення зору, прогресування короткозорості, збільшення ймовірності травмування, а також до подразнення слизових оболонок очей.

Під час виконання цього технологічного процесу хімічні та біологічні фактори відсутні.

До групи психофізіологічних факторів належать:

- перевантаження розумової діяльності;
- монотонність виконуваної роботи.

Ці фактори можуть спричинити розширення повік або невралгію.

До небезпечних виробничих факторів відносяться:

- організаційні фактори (наприклад, неналежна проєктно-технологічна документація, допуск до роботи не ознайомлених та ненавчених працівників, використання працівників не за їхньою спеціальністю та кваліфікацією, порушення трудової дисципліни тощо);

- персональні фактори (наприклад, недотримання вимог безпеки, нехтування особистою безпекою, невикористання засобів індивідуального та колективного захисту працівниками тощо).

4.3 Заходи щодо забезпечення безпеки

Ключовими кроками для зменшення виробничого травматизму на підприємстві є:

- якісна підготовка з охорони праці на всіх рівнях;
- забезпечення працівників спецодягом та спецвзуттям;
- створення належних умов праці;

- суворе дотримання вимог посадових інструкцій, правил та норм з охорони праці;
- нещадна боротьба з порушниками вимог щодо охорони праці на всіх рівнях;
- підвищення особистої відповідальності кожного працівника підприємства перед собою та колегами;
- інформування колективу про виявлені порушення.

4.3.1 Визначення рівня освітлення на робочому місці

Належний рівень освітлення робочих зон як у денний, так і в нічний час доби, є критично важливим для забезпечення безпечних та сприятливих умов праці.

Відповідно до ДБН В.2.5-28-2006, освітлення класифікується як природне, штучне та комбіноване. Природне освітлення досягається за рахунок світла, що надходить від небосхилу.

Штучне освітлення забезпечується електричними джерелами світла – лампами розжарювання та газорозрядними лампами. За функціональним призначенням цей тип освітлення поділяється на такі види: робоче – освітлення, необхідне для виконання трудових обов'язків; аварійне, яке, своєю чергою, ділиться на освітлення безпеки, призначене для продовження виробничих процесів у разі раптового вимкнення основного освітлення, та евакуаційне – освітлення, що забезпечує безпечну евакуацію людей із приміщень або з робочих зон поза будівлями під час надзвичайних ситуацій; охоронне освітлення – встановлюється вздовж периметру охоронюваних територій у темний час доби; чергове – використовується за відсутності основного робочого процесу.

Освітлення характеризується як якісними, так і кількісними показниками. До головних якісних показників освітлення, від яких залежать умови зорової роботи, належать: рівномірність розподілу світлового потоку по робочих поверхнях, контраст між об'єктом розпізнавання та фоном, візуальний дискомфорт, показник сліпучої дії,

коефіцієнт пульсації освітленості, а також спектральний склад випромінювання джерел світла.

Рівень освітленості робочої поверхні при штучному освітленні вимірюється в люксах. Природне освітлення характеризується коефіцієнтом природної освітленості (КПО). КПО визначається як співвідношення освітленості, що створюється у певній точці заданої площини всередині приміщення під впливом природного світла (E_c), до одночасного значення зовнішньої горизонтальної освітленості, викликаного світлом відкритого небосхилу (E_z). КПО (e) виражається у відсотках:

$$e = (E_c / E_z) \cdot 100\% . \quad (4.1)$$

Для будівель, що знаходяться в різних місцевостях, рекомендовані показники КПО, (позначені як N), визначаються за таким рівнянням:

$$e_N = e_n \cdot m_N , \quad (4.2)$$

де e_n – значення КПО;

m_N – коефіцієнт світлового клімату;

N – номер групи забезпеченості природним світлом.

Результати розрахунку освітленості робочих поверхонь наведено у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Результати розрахунку освітленості робочих поверхонь

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Характеристика фону	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Підрозділ зорової роботи	Освітлення					
						штучне		природне			
						Освітленість, лк		КПО нормативний, %	Освітленість, лк		КПО фактичний, %
						нормативна	фактична		зовнішня	внутрішня	
1	2	3	4	5	6	7	8		10	11	12
Високої точності	0,3-0,5	III	Світлий	Великий	Г	200	450	0,6%	1200	168	0,14

Потрібно розрахувати необхідну кількість ламп n за формулою:

$$n = (E_H \cdot S \cdot Z \cdot K_3) / (\eta \cdot \Phi), \quad (4.3)$$

де E_H – нормована освітленість, лк;

S – площа приміщення, m^2 ;

K_3 – коефіцієнт запасу, що бере до уваги природне старіння й забруднення світла та освітлювальних приладів;

$Z = E_{ср} / E_{min}$ – коефіцієнт нерівномірності освітлення;

Φ – світловий потік лампи, лм;

η – коефіцієнт використання світильників (частка одиниці), що розраховується на основі індексу приміщення та коефіцієнтів відбиття стелі, стін і підлоги ρ_i , а також залежить від характеру кривої розподілу світла світильника.

Індекс приміщення I обчислюється за формулою:

$$I = (A + B) / (h_p \cdot (A + B)), \quad (4.4)$$

де А і В – довжина і ширина приміщення, м;

h_p – розрахункова висота у приміщенні: це відстань, що вимірюється від точки кріплення освітлювального приладу до поверхні робочої зони, рахуючи від рівня підлоги.

Результати розрахунку штучного освітлення приміщення наведено у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Результати розрахунку штучного освітлення

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Високі точності	Найменший розмір об'єкту розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Характеристика фону	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Підрозділ зорової роботи	Нормативна освітленість, E_n	Тип лампи	Світловий потік лампи, $\Phi_{\text{л}}$	Площа приміщення, S	Коефіцієнт запасу, K_3	Коефіцієнт рівномірності освітлення, Z	Індекс приміщення, і	η – коефіцієнт використання	Кількість ламп, n
0,3-0,5	III	Світлий	Великий	Г	200	ЛД-40	2930	72	1,4	1,1	1,48	0,50	20	

4.3.2 Дослідження шуму та акустичної ефективності засобів звукоізоляції

Одним із ключових аспектів покращення умов праці та підвищення її безпеки є зменшення виробничого шуму.

Вплив шуму негативний для всього організму, зокрема для центральної нервової та серцево-судинної систем. Тривале перебування під впливом гучного шуму може призвести до зниження слуху, а в окремих випадках – до глухоти. Шум на робочому місці негативно позначається на працівниках: знижує концентрацію уваги, прискорює стомлення, уповільнює швидкість психічних реакцій, ускладнює своєчасне реагування на небезпечні ситуації. Усе це знижує продуктивність праці та може спричинити нещасні випадки. Тому боротьба з шумом набуває надзвичайної важливості в усіх галузях виробництва.

Шум, як фізичне явище, визначається звуковим тиском, інтенсивністю звуку, частотою та іншими характеристиками. Простір, у якому поширюються звукові хвилі, називається звуковим полем. Тиск і швидкість переміщення частинок повітря в кожній точці звукового поля змінюються в часі. Внаслідок коливань, що генеруються джерелом звуку, у повітрі виникає звуковий тиск, який накладається на атмосферний. Частота звуку визначається кількістю коливань звукової хвилі за одиницю часу (секунду) і вимірюється в герцах (Гц).

Таким чином, людина сприймає звук як пружні коливання, що поширюються хвилеподібно у твердому, рідкому або газоподібному середовищі. Звукові хвилі виникають при порушенні стаціонарного стану середовища внаслідок дії збуджувальної сили. При цьому частинки середовища починають коливатися навколо положення рівноваги, причому швидкість цих коливань значно менша за швидкість поширення хвилі. Різницю між тиском у певній точці звукового поля та атмосферним тиском прийнято вважати звуковим тиском P , що виражається в паскалях (Па).

Поширення звукової хвилі супроводжується перенесенням енергії. Середній потік енергії в певній точці середовища за одиницю часу, віднесений до одиниці площі,

нормальної до напрямку поширення хвилі, називається інтенсивністю звуку в цій точці I , що вимірюється у $\text{Вт}/\text{м}^2$.

Людське вухо сприймає звуки з частотою від 16 до 20000 Гц. Нечутні коливання з частотою менше 16 Гц називаються інфразвуковими, а коливання з частотою вище 20 кГц – ультразвуковими.

В акустиці вимірюють не абсолютні значення інтенсивності звуку або звукового тиску, а їхні логарифмічні рівні L , взяті відносно граничного значення інтенсивності звуку або граничного звукового тиску. Одному белу (Б) відповідає збільшення інтенсивності звуку на порозі чутливості в 10 разів (при $I/I_0 = 10$, $L = 1$ Б; при $I/I_0 = 100$, $L = 2$ Б і т.д.). Встановлено, що орган слуху людини здатен розрізняти приріст звуку на 0,1 Б, тобто на 1 дБ, тому рівень звукового тиску, дБ:

$$L = 10 \lg(I / I_0), \quad (4.5)$$

де I – потужність звуку, що припадає на одиницю площі в певній точці, вимірюється у ватах на квадратний метр ($\text{Вт}/\text{м}^2$);

I_0 – гранична інтенсивність звуку, яка сприймається людським вухом як мінімально чутний звук на частоті 1000 Гц.

$$(I_0 = 10^{-12} \text{Вт}/\text{м}^2).$$

Рівень звукового тиску, враховуючи, що інтенсивність звуку становить квадрат від звукового тиску, може бути розрахований на основі показника самого звукового тиску:

$$L = 10 \lg(I / I_0) = 10 \lg(P^2 / P_0^2) = 20 \lg(P / P_0), \quad (4.6)$$

де P – звуковий тиск у даній точці, Па;

$P_0=2 \cdot 10^{-5}$ Па – звуковий тиск на порозі чутності(на порозі болючого відчуття $P_{\max}=2 \cdot 10^2$ Па).

Джерелами шуму та вібрації, що становлять найбільшу небезпеку, є встановлене обладнання, яке перебуває в робочому стані. Були проведені заміри показників шуму та вібрації на робочих місцях, що належать до підприємства. Ці виміри супроводжувалися створенням протоколів, а також схематичних зображень приміщень (територій, робочих зон тощо). На цих схемах було позначено джерела шуму та вібрації. Крім того, стрілками було вказано місця розміщення та спрямування мікрофонів (або інших датчиків).

Слід зазначити, що на певній ділянці рівень вібрації не перевищує допустимих норм. Однак, рівень шуму на цій же ділянці вищий за гранично допустимий показник на 7 децибелів.

4.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Надзвичайна подія (НП) – це певна обстановка, що виникає на окремій території, об'єкті чи водоймі, коли нормальний хід життєдіяльності людей порушується. Це може статися внаслідок аварії, катастрофи, пожежі, стихійного лиха, епідемії чи іншої серйозної події, яка становить (чи може становити) загрозу життю та здоров'ю людей, призводить до їх загибелі, великої кількості постраждалих, значних матеріальних втрат, а також робить неможливим проживання людей на цій території чи експлуатацію об'єкту.

Загроза надзвичайної події – це ситуація, викликана потенційно небезпечною подією, яка може призвести до загрози життю та здоров'ю людей або завдати значних збитків.

Ознаки загрози чи настання надзвичайної події – це інформація про умови та фактори, що свідчать про потенційну аварійну ситуацію чи обстановку, отримана із

систем раннього виявлення та оповіщення або від персоналу об'єкта. На підставі цієї інформації оператор системи може кваліфікувати ситуацію як таку, що може призвести до загибелі людей, шкоди їхньому здоров'ю, або завдати значних збитків території, що перебуває під ризиком небезпечних природних явищ.

Територія, де ймовірність виникнення небезпечних природних явищ та процесів (землетрусів, зсувів, просідання ґрунту, лавин тощо), здатних проявитися в певний час або за певних обставин, перевищує гранично допустимий рівень.

Єдина державна система запобігання надзвичайним подіям та реагування на них (ЄДС НП) – це сукупність центральних та місцевих органів виконавчої влади, виконавчих органів рад, підприємств, установ та організацій, які мають відповідні сили та засоби. Вони здійснюють нагляд за техногенною та природною безпекою, організовують роботу з запобігання виникненню надзвичайних подій, а також реагують на них у разі їх виникнення з метою захисту населення, довкілля та зменшення матеріальних збитків.

Заходи (ЄДС НП) – це комплекс дій, спрямованих на виконання завдань із запобігання, локалізації та ліквідації надзвичайних подій. Ці заходи виконуються оперативними органами управління, силами та засобами всіх підсистем та рівнів ЄДС НП.

Завдання (ЄДС НП) – це цілі, встановлені нормативно-правовими актами та керівними документами, які є обов'язковими для органів виконавчої влади, органів управління, підсистем та ланок ЄДС НП. Ці завдання або найближчі цілі є необхідними для запобігання, локалізації та ліквідації надзвичайних подій.

Загальні ознаки НП:

- наявність або загроза загибелі людей чи суттєве погіршення умов їхнього життя;
- заподіяння економічних збитків;
- значне погіршення стану довкілля.

За масштабами НП поділяють на локальні, об'єктові, місцеві, регіональні, загальнодержавні (національні), континентальні та глобальні.

НП об'єктового рівня – це надзвичайна подія, що виникає на території або в межах об'єкта, наслідки якої не виходять за межі цього об'єкта або його санітарно-захисної зони.

Для ефективної роботи з запобігання надзвичайним подіям, ліквідації їхніх наслідків, зниження масштабів втрат та збитків, надзвичайно важливо розуміти причини їхнього виникнення та знати теорію розвитку катастроф.

Згідно з Положенням про класифікацію надзвичайних подій за характером подій, що призводять до їх виникнення на території України, виділяють чотири класи НП: техногенні, природні, соціально-політичні та воєнні.

На території даного об'єкта можуть виникати надзвичайні події техногенного характеру. До них належать пожежі, непередбачені вибухи або загроза їх виникнення, раптове руйнування споруд та будівель, аварії на інженерних мережах тощо.

4.5 Пожежна безпека

Шкоди від пожеж є значними, а в деяких випадках призводять до людських жертв. Тому протипожежний захист – це пріоритетне завдання для кожного члена суспільства, яке реалізується на державному рівні.

Основна мета протипожежного захисту – це пошук найефективніших, економічно вигідних і технічно обґрунтованих методів та інструментів для запобігання пожежам та їх ліквідації з мінімальними втратами, забезпечуючи при цьому найраціональніше використання ресурсів та засобів для гасіння.

Пожежна безпека – це стан, за якого ймовірність виникнення пожежі виключена, а в разі її появи вживаються необхідні заходи для мінімізації негативного впливу небезпечних факторів на людей, будівлі та матеріальні цінності. Заходи пожежної безпеки спрямовані на запобігання, локалізацію та гасіння пожежі.

Кодекс Цивільного захисту України встановлює загальні правові, економічні та соціальні засади забезпечення пожежної безпеки на території України, а також регулює

взаємини між державними органами, юридичними та фізичними особами у цій сфері, незалежно від їхньої діяльності та форми власності.

Згідно з цим Законом, забезпечення пожежної безпеки є невід'ємною частиною виробничої та іншої діяльності посадових осіб, працівників підприємств, установ, організацій та підприємців, а також усього населення України. Це має бути відображено у трудових договорах (контрактах), статутах підприємств, установ та організацій, посадових інструкціях тощо.

Відповідальність за забезпечення пожежної безпеки на підприємствах, в установах та організаціях покладається на їхніх власників або уповноважених ними осіб, якщо інше не передбачено відповідним договором.

Пожежна безпека об'єкта – це його стан, за якого з певною ймовірністю виключається можливість виникнення та розвитку пожежі, впливу її небезпечних факторів на людей, а також забезпечується захист матеріальних цінностей.

Ключові напрямки забезпечення пожежної безпеки включають усунення причин виникнення пожежі та мінімізацію її наслідків. Об'єкти повинні бути обладнані системами пожежної безпеки, спрямованими на запобігання пожежі та захист людей і матеріальних цінностей від її небезпечних факторів, включаючи вторинні ефекти. До таких факторів належать: полум'я та іскри, підвищена температура довкілля, токсичні продукти горіння та термічного розкладу матеріалів і речовин, дим, знижена концентрація кисню.

Власники підприємств, установ та організацій або уповноважені ними органи, а також орендарі зобов'язані:

- розробляти комплексні заходи для забезпечення пожежної безпеки та впроваджувати наукові досягнення;
- забезпечувати дотримання протипожежних вимог стандартів, норм, правил, а також виконання приписів та постанов органів державного пожежного нагляду;
- організовувати навчання працівників правилам пожежної безпеки та пропагувати заходи щодо її забезпечення;

- у випадках відсутності нормативних вимог, необхідних для забезпечення пожежної безпеки, вживати відповідних заходів, узгоджуючи їх з органами державного нагляду;
- підтримувати у справному стані засоби протипожежного захисту та зв'язку, пожежну техніку, обладнання та інвентар, не допускаючи їх використання не за призначенням;
- створювати, за необхідності та відповідно до встановленого порядку, підрозділи пожежної охорони та необхідну матеріально-технічну базу для їх функціонування;
- надавати на вимогу державної пожежної охорони відомості та документи про стан пожежної безпеки об'єктів та продукції, що ними виробляється;
- вживати заходів для впровадження автоматичних систем виявлення та гасіння пожеж, а також використовувати для цих цілей виробничу автоматику;
- своєчасно інформувати пожежну охорону про несправність пожежної техніки, систем протипожежного захисту, водопостачання, а також про закриття доріг та проїздів на своїй території;
- проводити службове розслідування випадків пожеж.

4.6 Висновки за розділом

У цьому розділі висвітлено умови безпечної праці, виявлено небезпечні та шкідливі виробничі фактори, а також передбачено заходи для забезпечення належних умов праці та дотримання правил охорони праці. Була розрахована освітленість робочого місця, вивчено рівень шуму та акустичну ефективність засобів звукоізоляції. Виконана робота сприятиме забезпеченню нормативних вимог з охорони праці, а також безпосередньо впливатиме на покращення умов праці, стан здоров'я працівників, підвищення їх працездатності та продуктивності.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі проведено комплексне дослідження динаміки змін землекористування на території Лозівського району Харківської області за допомогою методів геоінформаційного моделювання. Основною метою роботи було створення ГІС-моделі для аналізу просторово-часових змін видів землекористування та прогнозування їхньої трансформації з метою оцінки стану земельних ресурсів і вироблення рекомендацій щодо їх ефективного відновлення та сталого управління.

На основі даних дистанційного зондування Землі проекту MODIS (MCD12Q1) за період 2001–2026 років встановлено, що загальна площа району залишається стабільною на рівні 141,288 тис. га. Земельний фонд характеризується чітко вираженим аграрним спрямуванням: частка сільськогосподарських угідь коливається в межах 83–90 %. За досліджений період виявлено дві протилежні тенденції. У 2001–2021 роках спостерігалася активна агроекспансія, що супроводжувалася значним розширенням площі сільськогосподарських угідь (з 83,06 % до 89,93 %) та суттєвим скороченням орних земель. У 2021–2026 роках відбулася часткова корекція цих процесів у бік екстенсифікації, що проявилася у збільшенні площі трав'яного покриву, відновленні частини водно-болотних угідь та помірному зростанні орних земель.

Для аналізу та прогнозування змін розроблено геоінформаційну модель у середовищі QGIS. Модель базується на інтеграції растрових даних, векторних шарів адміністративних меж та алгоритмів машинного навчання. Для прогнозування трансформації землекористування застосовано багатошаровий перцептрон (MLP), який продемонстрував задовільну якість навчання (коефіцієнт каппа до 0,83). Результати прогнозування вказують на відносну стабільність основних категорій землекористування в короткостроковій перспективі, що підтверджує високу інерційність земельного фонду району.

Отримані результати дозволяють зробити висновок, що територія Лозівського району зазнає процесів часткової деградації та природної сукцесії, характерних для

інтенсивно освоєних степових регіонів. Домінуючими процесами є залуження малопродуктивних орних земель та трансформація пасовищ у трав'яні угіддя. Це створює як ризики (зниження продуктивності земель, посилення ерозійних процесів), так і можливості для впровадження принципів сталого землекористування.

Практична значущість роботи полягає в розробці функціональної ГІС-моделі, яка може бути використана органами місцевого самоврядування, управлінням земельних ресурсів Лозівського району та Харківської області для:

- оперативного моніторингу стану земель;
- виявлення деградованих і пошкоджених територій;
- планування заходів післявоєнного відновлення;
- обґрунтування управлінських рішень у сфері землекористування.

Наукова новизна дослідження полягає в комплексному застосуванні даних MODIS у поєднанні з нейромережевими методами для регіонального аналізу змін землекористування саме на прикладі Лозівського району, а також у побудові матриці переходів видів землекористування за 25-річний період.

Разом з тим, дослідження має певні обмеження, пов'язані з просторовою роздільною здатністю використаних даних (500 м) та відсутністю детальних ґрунтових обстежень для верифікації результатів.

Перспективи подальших досліджень передбачають:

- використання даних вищої роздільної здатності (Sentinel-2, Landsat);
- інтеграцію соціально-економічних та кліматичних факторів у модель;
- розробку сценарного прогнозування з урахуванням воєнних ризиків і зміни клімату;
- створення інтерактивної веб-ГІС для моніторингу земельних ресурсів району.

Результати дипломної роботи підтверджують ефективність геоінформаційного моделювання як сучасного інструменту сталого управління земельними ресурсами на регіональному рівні.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Адміністративний устрій Харківської області [Електрон. ресурс] / Харківська обласна рада : сайт. – Електрон. текст. дані. – Харків, 2026. – Оновлюється постійно. – Режим доступу: <https://oblrada-kharkiv.gov.ua/administratyvnyj-ustrij-harkivskoyi-oblasti/#>, вільний (дата звернення: 08.06.2026). – Назва з титул. екрана.
2. Колотій, А. В. (2017). Аналіз змін земного покриву в Україні як індикатор деградації земель. Індуктивне моделювання складних систем : зб. наук. пр. МННЦ ІТС НАН та МОН України, 9, 108-114.
3. Путренко, В., & Гапон, С. (2021). Інтелектуальний аналіз землекористування в розрізі територіальних громад України. У Екологія. Людина. Суспільство (с. 318–320). КПІ ім. Ігоря Сікорського. <https://doi.org/10.20535/EHS.2021.233529>.
4. Пивовар, П. В., Топольницький, П. П., Скидан, О. В., & Янчевський, С. Л. (2024). Аналіз змін земного покриття на основі ГІС: приклад Житомирської області, Україна. Космічна наука і технологія, 29(4), 024–042. <https://doi.org/10.15407/knit2023.04.024>.
5. Strobl, J., & Nazarkulova, A. (2022). Land Cover Cloud Analytics: from Global Services to Regional Insights. *International Journal of Geoinformatics*, 18(6), 1–9. <https://doi.org/10.52939/ijg.v18i6.2451>.
6. Sangita Singh, Kiranmay Sarma. Analyzing the change in land cover dynamics: A case study of Delhi, 03 April 2023, PREPRINT (Version 1). <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2743780/v1>.
7. Земельний кодекс України [Електрон. ресурс] / Верховна Рада України : сайт . – Електрон. текст. дані. – Київ, 2002 – Документ 2768-III. – Редакція від 08.05.2026 . – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14#Text>, вільний (дата звернення: 08.06.2026). – Назва з титул. екрана.

8. Моделювання в ГІС : підручник / Зацерковний В. І., Демидов В. К., Цюпа І. В., Малік Т. М. ; Київський національний університет імені Тараса Шевченка. – Київ, 2024. – 420 с.

9. Про землеустрій : Закон України від 22.05.2003 № 858-IV [Електрон. ресурс] / Верховна Рада України : сайт. – Електрон. текст. дані. – Київ, 2023. – Оновлюється постійно. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/858-15#Text>, вільний (дата звернення: 08.06.2026). – Назва з титул. екрана.

10. Про схвалення Стратегії розвитку сільського господарства та сільських територій в Україні на період до 2030 року та затвердження операційного плану заходів з її реалізації у 2025-2027 роках : Розпорядження КМУ від 15.11.2024 № 1163-р. – Київ. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1163-2024-%D1%80#Text>, вільний (дата звернення: 08.06.2026). – Назва з титул. екрана.

11. Канівець О. М. Моніторинг земель як елемент землевпорядкування / О. М. Канівець, А. Г. Петруша. – Режим доступу: <https://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/8838/1/6.pdf>, вільний (дата звернення: 12.06.2026). – Назва з титул. екрана.

12. Бубир, Н., Прасул, Ю., Куліш, С. та Бачуріна, Д. (2023). Моніторинг землекористування в територіальних громадах України під час воєнного стану. Проблеми безперервної географічної освіти та картографії, (37), 7–15. <https://doi.org/10.26565/2075-1893-2023-37-01>

13. NASA. MODIS: Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer [Electronic resource] – Electronic text data. – NASA Earthdata. – Regime of access: <https://www.earthdata.nasa.gov/data/instruments/modis>, free (date of the application: 11.06.2026). – Header from the screen.

14. Sulla-Menashe, D., & Friedl, M. A. (2018). User Guide to Collection 6 MODIS Land Cover (MCD12Q1 and MCD12C1) [Electronic resource] – Electronic text data. – NASA. – Regime of access:

https://lpdaac.usgs.gov/documents/101/MCD12_User_Guide_V6.pdf, free (date of the application: 11.06.2026). – Header from the screen.

15. Вербург, Пітер Х. та ін. Підказки: Інтегрована модель на основі ГІС для моделювання динаміки землекористування в країнах, що розвиваються [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://edepot.wur.nl/308480>, вільний (дата звернення: 15.06.2026). – Назва з титул. екрана.

16. Ламович, П.; Коке, К.; Черніч, Б.; Черни, Т.; Лупше, І. Методи моніторингу та аналізу фактичного землекористування на основі ГІС // Земля, 2025. – 14, 1322. <https://doi.org/10.3390/land14071322>.

17. Вей Жуннуань. Дослідження ефективності технології розпізнавання зображень на основі мережевої геоінформаційної системи для моніторингу змін землекористування // Прикладна математика та нелінійна наука. – том 9. – № 1. – Eldos Press, 2024. <https://doi.org/10.2478/amns-2024-2571>

18. Brito, Lázaro Pinheiro de. Зміни у землекористуванні та покритті на порталі ідентифікаційної території Сертао з 1985 по 2022 рік // Revista De Gestão. – RGSA. – том. 19. – № 7, 2025. – с. 12, e012980. doi: 10.24857/rgsa.v19n7-106.

19. Бубир, Н., Прасул Ю., Куліш С. та Бачуріна Д. «Моніторинг землекористування в територіальних громадах під час воєнного стану в Україні». Проблеми географічної освіти та безперервної освіти в картографії, т. 37, серпень 2023 р., с. 7–15, doi:10.26565/2075-1893-2023-37-01.

20. Yale Center for Geospatial Solutions. (n.d.). MODIS Land Cover - Product MCD12Q1. [Electronic resource] // Yale University. – Regime of access: <https://yceo.yale.edu/modis-land-cover-product-mcd12q1>, free (date of the application: 16.06.2026). – Header from the screen.

21. Чжу С., Ван З., Гу Т., Чжан Ю. Багатосценарне прогнозування змін землекористування та якості середовища існування в Пекіні на основі моделі FLUS-InVEST [Електрон. ресурс] // Земля. – 2024. – 13(8). – 1163. – Режим доступу:

<https://doi.org/10.3390/land13081163>, вільний (дата звернення: 29.03.2021). – Назва з титул. екрана.

22. Кальдерон-Лур М., Хаджіаку М., Хьюїтт Р., Маркос-Мартінес Р., Браян Б.А. Високороздільне синтетичне прогнозування змін землекористування в континентальному масштабі // Програмне забезпечення для моделювання навколишнього середовища. – 2023. – 166.

DOI:<https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2023.105749>, вільний (дата звернення: 29.03.2021). – Назва з титул. екрана.

23. Рижков А. Організація забезпечення технічної безпеки на робочому місці / А. Рижков // Охорона праці та пожежна охорона. – 2015. – Вип 2 (83) – с. 248–253.

24. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці: Довідник / В.Ц. Жидецький. – Київ : Центр навчальної документації. – 2010. – С. 118–124.