

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ГЕОДЕЗІЇ, ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА АГРОІНЖЕНЕРІЇ
КАФЕДРА ГЕОДЕЗІЇ, ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА ЗЕМЕЛЬНОГО КАДАСТРУ

«До захисту допущено»

в. о. завідувача кафедри

к.е.н., доцент

_____ Оксана МАЛАЩУК

« ____ » _____ 2026 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття другого (магістерського) рівня вищої освіти
освітньої програми «Геодезія та землеустрій»
за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій»

ГЕОІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АНАЛІЗУ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Науковий керівник: к.е.н., доцент

_____ Оксана МАЛАЩУК

Консультант: Ph.D., доцент

_____ Дмитро СОПОВ

Рецензент: к.е.н., доцент

_____ Дмитро ХАЙНУС

Виконав здобувач денної форми
навчання:

_____ Микола КАЛИНЯК

Засвідчую, що кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей і текстів інших авторів має посилання на відповідне джерело.

_____ Микола КАЛИНЯК

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет геодезії, землеустрою та агроінженерії
Кафедра геодезії, землеустрою та земельного кадастру
Освітній рівень другий (магістерський)
Освітня програма «Геодезія та землеустрій»
Спеціальність 193 «Геодезія та землеустрій»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В. о. зав. каф. _____ Малащук О. С.
« ____ » _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу
здобувач: Калиняк Микола Ігорович

1. Тема роботи: «Геоінформаційне забезпечення аналізу екологічного стану земельних ресурсів Харківської області».

Керівник роботи: доцент Малащук О. С., затверджений наказом по університету від « ____ » _____ 20__ р. № ____.

2. Строк подання роботи здобувачем « ____ » _____ 20__ р.

3. Вихідні дані до роботи: космічні знімки, базові цифрові растрові карти, класифікатори, нормативні матеріали, дані з мережі інтернет.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): розглянути практичні аспекти екологічного районування Харківської області; провести аналіз екологічного стану Харківської області; дослідити антропогенний тиск на компоненти навколишнього природного середовища; створити єдину базу геоданих; розробити методику дослідження екологічного стану районів Харківської області засобами геоінформаційних технологій.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): таблиці, графіки та рисунки за текстом та у додатках.

6. Дата видачі завдання « ____ » _____ 20__ р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи (кваліфікаційного проєкту)	Строк виконання етапів КР (КП)	Примітка
1	Розробка та написання першого розділу роботи		
2	Розробка та написання другого розділу роботи		
3	Розробка та написання третього розділу роботи		
4	Розробка та написання четвертого розділу роботи		
5	Оформлення кваліфікаційної роботи в цілому		
6	Попередній захист роботи на кафедрі		
7	Захист кваліфікаційної роботи у ЕК		

Здобувач ОС «Бакалавр»

(підпис)

Микола КАЛИНЯК

Науковий керівник

(підпис)

Оксана МАЛАЩУК

Гарант ОПП

(підпис)

Вячеслав ФОМЕНКО

РЕФЕРАТ

Геоінформаційне забезпечення аналізу екологічного стану земельних ресурсів Харківської області. Калиняк М. І. Кваліфікаційна робота. ОДАУ. Кафедра геодезії, землеустрою та земельного кадастру. 2026. 104 сторінки, 24 рисунки, 6 таблиць, 38 джерел списку літератури, 12 додатків.

Об'єктом дослідження є екологічний стан Харківської області.

Метою даної кваліфікаційної роботи є дослідження екологічного стану земельних ресурсів районів Харківської області засобами геоінформаційних технологій.

Дослідження опирається на використанні основного програмного продукту ArcGIS 10.3. Завдяки могутньому інструментарію програми і необхідної початкової інформації створено продукт який вирішує більшість екологічних проблем.

Результатом роботи є розроблена методика дослідження екологічного стану земельних ресурсів районів Харківської області з застосуванням геоінформаційних систем і технологій. Отримана модель дає змогу проводити аналіз екологічного стану земельних ресурсів районів Харківської області.

Апробація: Сопов Д., Калиняк М. Геоінформаційні технології у вивченні екологічного стану земель. *Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the 4th International Scientific and Practical Conference «Scientific Research: Modern Innovations and Future Perspectives»* (February 23–25, 2026, Montreal, Canada). European Open Science Space. 146–147 p. URL: <https://www.eoss-conf.com/en/archive/scientific-research-modern-innovations-and-future-perspectives-23-02-26/>

Ключові слова: земельні ресурси, екологічний стан, аналіз, дослідження, візуалізація, геоінформаційні системи, концептуальна модель, ArcGIS.

Робота включає: загальний обсяг кваліфікаційної роботи – 104 сторінки, рисунків – 24, таблиць – 6, опрацьовано – 38 літературних джерел.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. УЗАГАЛЬНЕНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	8
1.1. Характеристика Харківської області	8
1.2. Характеристика об'єкта дослідження	16
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ЧИННИКІВ ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН	35
2.1. Забруднення атмосферного повітря Харківської області	35
2.2. Оцінка якості поверхневих вод	37
2.3. Аналіз радіаційного фону Харківської області	42
2.4. Забрудненість ґрунтів	45
2.5. Порухення стану природних компонентів	46
РОЗДІЛ 3. ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ ЗАСОБИ ДЛЯ АНАЛІЗУ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ	56
3.1. Вибір програмного продукту	56
3.2. Побудова бази геопросторових даних	57
3.3. Дослідження методів побудови інтерполяційного ґриду для дослідження екологічного стану районів Харківської області	62
РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗАСОБАМИ ГІС	67
4.1. Аналіз забрудненості поверхневих вод у Харківській області засобами ГІС	67
4.2. Аналіз радіоактивного забруднення у Харківській області засобами ГІС	74
4.3. Аналіз деградації ґрунтів засобами ГІС	77
4.4. Аналіз забруднення атмосфери засобами ГІС	80
4.5. З'єднання підсумкових наборів даних	80
ВИСНОВКИ	82
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	84
ДОДАТКИ	89

ВСТУП

В останні роки людство впритул зіштовхнулося з проблемою катастрофічного забруднення біосфери, що обумовило надзвичайну актуальність раціонального використання природних ресурсів і захист навколишнього середовища від надмірного антропогенного впливу.

Екологічна політика нашої держави визначена Конституцією України [1], законом України «Про охорону навколишнього природного середовища» [2] і іншими законодавчими та нормативними документами. У законі України «Про охорону навколишнього природного середовища» сказано: «Охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки для життєдіяльності людини – невід'ємна умова сталого економічного та соціального розвитку України» [2].

Стратегія раціонального природокористування повинна розроблятися на основі визначення граничних можливостей використання природних ресурсів та можливих збитків соціального, економічного й екологічного характеру для всієї території регіону з метою дотримання екологічного благополуччя і здоров'я населення. Оцінка екологічного стану є основою екологічно безпечного природокористування та екологічного нормування [5].

Напрямок досліджень кваліфікаційної роботи обрано ідентифікацію зон екологічної небезпеки на основі комплексної оцінки якісного стану атмосферного повітря, що є надзвичайно актуальною задачею при вирішенні питання про першочерговість реалізації природоохоронних заходів.

Актуальність теми дослідження: екологічні проблеми в світі набули катастрофічного масштабу. Для вирішення цих проблем необхідний інструмент, здатний працювати з великими обсягами просторово розподілених різномірних даних, досить гнучкий, і масштабований, щоб забезпечувати потреби як локального, так і міжрегіонального рівня. Тому особливий інтерес для дослідження представляють системи, що базуються на геоінформаційних технологіях [16]. Подібний підхід набув великої популярності в зв'язку з тим,

що матеріалом для роботи українських екологів є дані про об'єкти, що мають просторову прив'язку і велика кількість атрибутивної інформації, що їх характеризує [18].

Визначення допустимого антропогенного навантаження на навколишнє середовище є особливо актуальним для Харківської області, бо вона являється найбільшим промисловим центром України з високорозвиненою промисловістю, багатогалузевим сільським господарством й чисельними населеними пунктами. Тому практичне використання результатів досліджень здійснено для Харківської області і є не тільки актуальною задачею, а має велике практичне значення при вирішенні питання щодо першочерговості впровадження природоохоронних заходів.

Об'єктом дослідження є екологічний стан Харківської області.

Метою даної кваліфікаційної роботи є дослідження екологічного стану районів Харківської області засобами геоінформаційних технологій.

✓ **Задачі дослідження:**

- ✓ провести аналіз характеристик екологічного стану Харківської області;
- ✓ провести аналіз чинників які впливають на екологічний стан Харківської області;
- ✓ провести аналіз сучасного програмного ГІС забезпечення;
- ✓ створити єдину базу геоданих;
- ✓ провести дослідження екологічного стану районів Харківської області засобами геоінформаційних технологій.

Областю дослідження є райони Харківської області.

Предметом дослідження є дослідження екологічного стану районів Харківської області.

РОЗДІЛ 1

УЗАГАЛЬНЕНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

1.1. Характеристика Харківської області

Харківська область є однією з найбільших областей України по території, населенню та розвитку народногосподарського комплексу. Розміщена на північному сході країни, область межує як з найбільш промислово-розвинутими Донецькою, Луганською та Дніпропетровською областями, так і з Російською Федерацією. Все це обумовлює наявність низки екологічних проблем, які суттєво впливають на якість життя населення та умови господарювання [3].

Фізико-географічна характеристика Харківської області.

Харківський регіон є одним з найбільш великих та значних наукових та промислових центрів України (Рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 – Карта Харківської області

Харківська область (Харківщина) утворена 27 лютого 1932 року [3].

Територія Харківщини вважається центром східно-українських земель.

Харківщина розташована на північному сході України. На півночі й північному сході вона межує із Білгородською областю Росії, на сході – з Луганською, на південно-сході – з Донецькою, на південно-заході – із Дніпропетровською, на заході й північно-заході – з Полтавською й Сумською областями України. Територія – 31,4 тисячі кв. км (5,2 % від території України). Довжина : з півночі на південь – 210 км, зі сходу на захід – 220 км [4].

Клімат області помірно континентальний. Літо жарке і сухе з частими зливами, сильними Південно-Східними і Східними вітрами, які спричинюють посухи; зима м'яка, малосніжна, часто бувають відлиги і ожеледі. Пересічна температура січня від $-4,5^{\circ}$ на Південному-Заході до $-6,5^{\circ}$ на Північному-Сході, липня відповідно $+22,5^{\circ}$ та $+21,5^{\circ}$. Тривалість безморозного періоду від 187 днів на Півночі до 228 днів на Півдні. Сума активних температур від 2900° на Півночі до 3200° на Півдні [14].

Період з температурою понад $+10^{\circ}$ становить 178 днів. Опадів 450–490 мм на Півночі і 400–430 мм на Півдні, переважна більшість їх випадає в теплий період року. Постійний сніговий покрив (10–15 см) утворюється щороку (за винятком крайньої пд. частини правобережжя), встановлюється у грудні, сходить на початку березня.

Серед несприятливих кліматичних явищ – відлиги, морози з вітрами, суховії і пилові бурі. Харківська область лежить у межах посушливої, дуже теплої агрокліматичної зони [3].

Рельєф області являє собою хвилясту рівнину з легким нахилом у південно-західному (до басейну Дніпра) і в південно-східному (до басейну Дону) напрямках. У північно-східну частину області заходить Середньоруська височина, у південну – відроги Донецького кряжа. 75 % водних ресурсів області доводиться на басейн Дону. Головна водна артерія – Сіверський Донець – є правим припливом Дону. Серед інших рік найбільшими є Оскол, Уди, Берека. Загальна довжина 867 водотоків становить

6,4 тисячі км, причому 156 рік мають довжину більше 10 км. Є в області озера, саме велике з яких – Лиман. Створено близько 50 водоймищ, самі великі з них – Краснооскольське, Печеніжське, Краснопавлівське. На території області проходить траса каналу Дніпро-Донбас.

Харківська область лежить у межах Причорноморської (Понтичної) степової геоботанічної провінції. Природна рослинність різнотравно – типчаково-ковилова, на крайньому Південному Заході – типчаково-ковилова (ковила, типчак, вівсяниця, тонконіг вузьколистий, стоколос прямий, пирій повзучий, горицвіт весняний, полуниці зелені, шавлія поникла лучна, вероніка весняна, конюшина альпійська і гірська, вика вузьколиста, люцерна тощо) залишилася лише на схилах балок, у перелісках і на деяких ділянках вододілів, де ґрунти мало придатні під рілля [3].

На вододілах, схилах балок, ярів і річкових долин ростуть чагарники (мигдаль степовий, дереза, шипшина, терен, глід та ін.).

Ґрунти: типові середньогумусні чорноземи, звичайні

Мало і середньогумусні, сірі лісові, дерново-підзолисті. Більша частина області лежить у лісостеповій зоні, південь – у степовій. Лісами зайнято 11,5 % території.

Фауна області представлена степовими і деякими лісовими тваринами (69 видів ссавців, 59 риб, 10 земноводних, 12 видів і підвидів плазунів, 246 видів птахів). З хижаків тут водяться вовк, лисиця, тхір, перев'язка, куниця лісова та борсук; з комахоїдних – бурозубка звичайна, їжак звичайний. Найчисленніші гризуни: ховрах крапчастий, ховрах сірий, кріт, сліпак, заєць-русак. Серед птахів – лунь степовий, лунь болотний, кібчик, яструб та ін. (хижі), дрофа, журавель, жайворонок, перепел, куріпка сіра, грак, ворона сіра, ластівка, горобець, шпак; в плавнях Дніпра, озерах, заростях річок і ставків – дикі качки, кулики, курочки водяні, чаплі. В полезахисних смугах водяться горлиці (дикі голуби). З плазунів є гадюка степова, полоз жовтобрюхий, вуж, ящірки, жаба зелена та ін. В річках і озерах – значна кількість риб: лящ, сом, щука, судак тощо.

Населення – 2729439 тис. чоловік. Міське населення становить 78 % від загальної кількості.

У національному складі області 70,7 % – українці, 25,6 % – росіяни, 0,5 % – білоруси, 0,4 % – євреї, 0,4 % – вірмени, 0,2 % – азербайджанці, 0,2 % – грузини.

Сільське господарство спеціалізується на рослинництві зерново-бурякового й тваринництві м'ясо-молочного напрямків. Головні культури: озима пшениця, цукрові буряки, соняшник. Для району характерний м'ясо-сальний і сальний напрям свинарства. На південному сході поширене вівчарство. Розвинуті бджільництво, шовківництво.

В області розвинуті всі види транспорту. Найбільші залізничні вузли: Харків, Лозова, Куп'янськ, Мерефа, Люботин. Головні лінії: Київ – Харків, Харків – Дніпропетровськ – Херсон, Красноград – Лозова – Слав'янськ. Територією області проходять газопровід «Союз», а також траси від Шебелинки до Харкова, Києва, Полтави, Одеси, Кременчука [3].

Геологічні умови території Харківської області.

За геологічними умовами Харківська область поділяється на два субрегіони: Український кристалічний щит (65 % площі області) та Дніпровсько-Донецька западина (решта 35 %) [3].

Український щит займає правобережну частину Харківщини та південь лівобережної частини. Кристалічний фундамент залягає на глибині від 0 до кількох десятків метрів під денною поверхнею.

Дніпровсько-Донецька западина представлена своїм південним бортом і відділена від щита глибинними розломами. Кристалічні породи занурюються тут на глибину від 100 до 1500 м.

Геологічні відклади мають специфічний характер у кожній з зазначених тектонічних областей, зважаючи на відмінності у геологічній історії розвитку. Український щит вкритий незначним шаром осадових порід палеогену – неогену, представлених вапняками, пісками, глинами, алевритами, залізистими

кварцитами тощо. Корінні магматичні породи архею-протерозою – гнейси, граніти, кварцити, діорити тощо відслонюються у долинах річок.

На схилі щита наявне потужніше нашарування осадових порід, але на поверхню виходять неогенові міоценові та пліоценові відклади – глини, алеврити, піски.

Антропогенові відклади представлені плейстоценовими делювіальними суглинками та лісами.

Область знаходиться у зоні низької сейсмічної активності, сила землетрусів зазвичай не перевищує 2,0–2,5 бали [3].

Отже, позитивом геологічної будови є сейсмостійкість тектонічної основи, міцність підстилаючих антропогенних порід та кристалічного фундаменту, наявність передумов щодо залягання різноманітних рудних корисних копалин. Негативом є розташування в межах області системи глибинних розломів, які можуть загрожувати техногенній безпеці екологічно небезпечних підприємств, а також підвищений рівень природного радіаційного фону внаслідок впливу магматичних порід [5].

Корисні копалини в Харківській області.

Харківська область – одна з найбагатших на Україні за різноманітністю і промисловими запасами корисних копалин [3].

Область багата на паливні ресурси, особливо природний газ. Є родовища нафти, кам'яного й бурого вугілля, значні запаси кам'яної солі, фосфоритів, вохри, вогнетривких глин, піску, крейди.

У надрах області зосереджені значні поклади декоративної сировини (каміння) багатой колірної гами.

По ресурсному потенціалу область посідає перше місце в Україні [3].

Є також поклади титанових руд, бокситів, нікелю, кобальту. Розвідані значні запаси кам'яного. Значні поклади гранітів, базальтів, мармуру, каолінів і доломітів, вогнетривких глин, покрівельних сланців, сурику, вапняків, пісків та ін.

Промисловість Харківської області.

Харківська область має в своєму розпорядженні потужний народногосподарський комплекс, представлений практично всіма галузями, наявними в економіці України. Через низку обставин відсутні чорна і кольорова металургія (за винятком невеликих передільних і допоміжних виробництв), лісова, гідролізна, нафтохімічна промисловість і водні види транспорту [3].

Промисловості припадає на частку більше 50 % ВВП області. Останні 50 % ділять такі галузі економіки, як транспорт, сільське господарство і ін. Важливе місце в структурі ВВП займають торгівля і громадське харчування. Харків є одним з найбільших торговельних центрів України.

Спеціалізація промисловості в господарстві України машинобудування, промисловість будівельних матеріалів, газова, легка, харчова промисловість і ін.

Функціонально-галузева структура промисловості області характеризується високою питомою вагою важкої промисловості. Головне місце тут займає найбільший в Україні машинобудівний комплекс.

У Харкові знаходяться найбільші підприємства ВПК – держпідприємство «Завод імені Малишева» (виробництво танків і іншої бронетехніки), Компанія «Хартрон» (виробництво систем управління для ракет і космічних апаратів). Харківське авіаційне підприємство (ХАЗ) виробляє як цивільні, так і військові літаки. Розвинене тракторне і сільськогосподарське машинобудування (Харківський тракторний завод, моторобудівний завод «Серп і Молот», заводи тракторних двигунів і тракторних самохідних шасі).

Харківська область – основний район енергетичного машинобудування в Україні. До провідних підприємств енергетичного машинобудування відносяться, НВО «Електротяжмаш» і «Турбоатом» [3]. У Харкові розташовуються такі гіганти електротехнічного машинобудування, як електромеханічний (ГНПО «ХЕМЗ»), електротехнічний (ХЕЛЗ), електроапаратний заводи, «Южкабель». Особливе місце в структурі машинобудівного комплексу займають станкоінструментальна і інструментальна промисловість. «Харківський верстатобудівний завод» –

найбільше верстатобудівне підприємство України. Область займає перше місце в Україні по виробництву продукції приладобудування.

Частка виробництва та розподілу електроенергії, газу і води у структурі промисловості становить 17,1 %, що свідчить про вагомую роль паливно-енергетичного комплексу в господарстві регіону. В області функціонує одна з найбільших теплових електростанцій України – Зміївська ТЕС, яка є ключовим елементом енергетичної інфраструктури та забезпечує стабільне енергопостачання як промислових підприємств, так і населення. Серед інших провідних галузей промисловості особливе значення має видобуток природного газу, за обсягами якого регіон посідає одне з провідних місць у державі, що формує потужну сировинну базу та сприяє енергетичній безпеці країни. Важливу роль також відіграє виробництво будівельних матеріалів, зокрема цементу на підприємстві «Балцем» у місті Балаклея, яке є одним із найбільших виробників цементної продукції в Україні та забезпечує потреби як внутрішнього ринку, так і міжрегіональних будівельних проєктів.

Область відрізняється досить високим рівнем розвитку економіки. Це обумовлено вигідним економіко-географічним положенням. Близькість вугільно-металургійної бази Донбасу і Придніпров'я стимулював розвиток машинобудування і металообробки. Сусідство високорозвинених районів росії – Центрально-чорноземного, Південно-західного і Південного – визначив розвиток підприємств агропромислового комплексу, і досить багатим набором власних сировинних ресурсів [3].

Ресурси дозволяють розвивати паливно-енергетичну, хімічну промисловість, скляне і фарфоро-фаянсове виробництво, виробництво будматеріалів.

Рекреаційні ресурси.

Територія Харківської області має різноманітні природні умови, які є важливою передумовою для широкого розвитку рекреаційної індустрії. В області існує достатньо територій, що можуть задовольнити медико-біологічні та психолого-естетичні потреби людини. Лише 16 % від загальної площі

становлять території, де не рекомендується тривалий відпочинок, збір грибів, ягід та лікарських рослин. Всього на території області налічується 8 рекреаційних зон загальною площею 443,2 тисяч гектар (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Рекреаційне зонування Харківської області [4]

Рекреаційна зона	Площа, тис. га	Ландшафтно-природна характеристика
1	2	3
Сіверсько – Донецька регіональна рекреаційна система		
Харківська	140,8	Басейни р.р. Уди та Лопань з лісовими масивами на прирічкових схилах правого та лівого берегів.
Печенізька	63,2	Долина Печенізького водосховища з лісовими масивами на схилах правого та лівого берегів.
Ізюмська	61,6	Долина річки Сіверський Донець з дібровними лісами на правому березі, заплавними луками та сосновими борами на піщаних борових терасах
Зміївська	40,0	Долина річки Сіверський Донець з дібровними лісами на правому березі, заплавними луками та сосновими борами на піщаних борових терасах
Червонооскільська	40,0	Вздовж долини р. Оскіл та Червонооскольського водосховища. Нагірна діброва та соснові бори на лівобережній боровій терасі
Чугуївська	22,4	Долина річки Сіверський Донець з дібровними лісами на правому березі, заплавними луками та сосновими борами на піщаних борових терасах
Балаклійська	20,8	Долина річки Сіверський Донець з дібровними лісами на правому березі, заплавними луками та сосновими борами на піщаних борових терасах
Придніпровська регіональна рекреаційна система		
Краснокутська	54,4	Вздовж річкових долин річок Мерла та Мерчик із схиловими та вододільними дібровами, заплавними та схиловими луками, сосновими борами на боровій терасі лівого берега

1.2. Характеристика об'єкта дослідження

Екологічна ситуація – це просторово-часове поєднання різних, в тому числі позитивних і негативних з точки зору проживання і стану людини умов і факторів, що створюють певну екологічну обстановку на території різного ступеня благополуччя або неблагополуччя.

Під **екологічним станом** розуміється конкретний стан навколишнього середовища людини, обумовлене взаємодією природи і господарської діяльності людини.

За критерієм гостроти екологічних ситуацій, виділяються наступні їх рівні:

- ✓ задовільна ситуація: через відсутність прямого або непрямого антропогенного впливу всі показники властивостей ландшафтів не змінюються;
- ✓ конфліктна ситуація має місце в тому випадку, коли спостерігаються незначні в просторі і в часі зміни в ландшафтах, в тому числі в середо- і ресурсовиробничих властивостях, що веде до порівняно невеликої перебудови структури ландшафтів і відновлення в результаті процесів саморегуляції природного комплексу або проведення нескладних природоохоронних заходів;
- ✓ напружена ситуація характеризується негативними змінами в окремих компонентах ландшафтів, що веде до порушення або деградації окремих природних ресурсів і, в ряді випадків, до погіршення умов проживання населення; при дотриманні природоохоронних заходів напруженість екологічної ситуації, як правило, спадає;
- ✓ критична ситуація визначається по значним і слабокомпенсуємим змінам ландшафтів; відбувається швидке наростання загрози виснаження або втрати природних ресурсів (в тому числі генофонду), унікальних природних об'єктів, спостерігається стійке зростання числа захворювань через різке погіршення умов проживання;

✓ кризова ситуація наближається до катастрофічної, в ландшафтах виникають дуже значні і практично слабо компенсовані зміни, відбувається повне виснаження природних ресурсів і різко зменшується здоров'я населення;

✓ катастрофічна ситуація характеризується глибокими і часто незворотними змінами природи, втратою природних ресурсів і різким погіршенням умов проживання населення, викликаними в основному багаторазовим перевищенням антропогенних навантажень на ландшафти регіону [7];

✓ важливою ознакою катастрофічної ситуації є загроза життю людей і їх спадковості, а також втрата генофонду і унікальних природних об'єктів.

Під дослідженням екологічного стану мається на увазі: встановлення переліку екологічних проблем; просторова локалізація екологічних проблем; визначення та комбінація екологічних проблем і віднесення виявленого ареалу до тій чи іншій мірі гостроти екологічної ситуації. Таким чином, процес виявлення і картографування екологічного стану взаємопов'язаний і неподільний [5].

Екологічна проблема – це зміна природного середовища в результаті антропогенних дій, що веде до порушення структури і функціонування природних систем (ландшафтів) і призводить до негативних соціальних, економічних та інших наслідків.

Антропогенне навантаження характеризується результатами проявів порушення природного середовища [6]. До компонентів антропогенного тиску, відносяться негативні результати господарювання та проживання на даній території населення – водокористування, представлене заборами свіжої води з різних водних джерел, використанням водних ресурсів, відведенням зворотних вод у водні об'єкти та структурою водовідведення, скидами забруднюючих речовин та якістю зворотних вод, викиди забруднюючих речовин в атмосферу, виробництво та накопичення промислових відходів, накопичення твердих побутових відходів.

Наслідуючи авторам роботи [5], до компонентів антропогенного тиску

віднесена щільність проживання населення області за адміністративно-територіальними районами. Остання компонента вважається домінуючою серед інших, бо характеризує антропогенний вплив на всі без винятку компоненти довкілля.

Розміщення населення та його щільність.

Адміністративно-територіальний устрій області характеризується складною та розгалуженою структурою. Територія області поділена на 27 адміністративних районів (в кваліфікаційній роботі розглядається стара структура поділу області по районах), у межах яких функціонує 18 міст, з них 7 мають статус міст обласного підпорядкування. Крім того, до складу області входить 61 селище міського типу, 381 сільська рада та 1683 сільських населених пункти, що відображає значну диференціацію форм розселення та різноманітність рівнів місцевого управління [4].

Станом на 01.01.2022 р. за даними статистичної звітності наявне населення Харківської області складало 2866,7 тис. чоловік, в т. ч. міське населення – 2259,9 тис. чоловік та сільське – 606,8 тис. чоловік. Міське населення складає 78,8 %, сільське – 21,1 % від загальної кількості. Середня щільність населення області складає 91,3 особи на 1км². Така висока щільність досягається передусім за рахунок міського населення, перш за все м. Харкова [33].

Щільність населення більшості районів області є відносно низькою та суттєво поступається показникам Харківського і Дергачівського районів, що свідчить про нерівномірний характер розселення населення та концентрацію демографічного потенціалу в окремих адміністративно-територіальних утвореннях.

Чисельність наявного населення області в розрізі районів, міст та міських рад наведено в таблиці 1.2. У цій таблиці також представлено структуру населення за категоріями міського і сільського розселення відповідно до адміністративно-територіальних одиниць, що дає змогу проаналізувати особливості демографічного розподілу та рівень урбанізації регіону [6].

Таблиця 1.2 – Чисельність та щільність наявного населення [3]

Адміністративна одиниця	Чисельність населення			Щільність населення, осіб на кв. км	Частка (%) в населенні адміністративної одиниці	
	Все населення, тисяч осіб	у тому числі:			міського населення	сільського населення
		міське	сільське			
1	2	3	4	5	6	7
Харківська область	2866,7	2259,9	606,8	91,6	78,8	21,2
м. Харків	1464,4	1464,4	-	4785,7	100,0	0,0
м. Ізюм	55,2	55,2	-	1352,8	100,0	0,0
Міськради						
Куп'янська	60,9	60,9	-	1823,5	100,0	0,0
Лозівська	71,4	69,6	1,8	3944,4	97,5	2,5
Люботинська	25,7	22,9	2,8	826,8	89,1	10,9
Первомайська	32,1	31,7	0,4	1042,4	98,8	1,2
Чугуївська	36,1	35,2	0,9	2820,8	97,5	2,5
Райони області						
Балаклійський	90	55,8	34,2	45,5	62,0	38,0
Барвінківський	30,1	12,3	17,8	22,0	40,9	59,1
Близнюківський	24,4	4,7	19,7	17,8	19,3	80,7
Богодухівський	45,2	21,1	24,1	38,9	46,7	53,3
Борівський	20,4	6,6	13,8	23,4	32,4	67,6
Валківський	35,2	15,2	20	35,1	43,2	56,8
Великобурлуцький	27	7,1	19,9	22,4	26,3	73,7
Вовчанський	53	30	23	28,3	56,6	43,4
Дворічанський	21,3	4,3	17	18,8	20,2	79,8
Дергачівський	96,9	68,5	28,4	107,7	70,7	29,3
Зачепилівський	18,1	4,2	13,9	23,1	23,2	76,8
Зміївський	79,4	36,1	43,3	58,6	45,5	54,5
Золочівський	32,4	10,8	21,6	33,5	33,3	66,7
Ізюмський	21,4	-	21,4	13,6	0,0	100,0
Кегичівський	23	9,5	13,5	29,7	41,3	58,7
Коломацький	8,7	3,7	5	26,4	42,5	57,5
Красноградський	48,4	22,3	26,1	49,0	46,1	53,9
Краснокутський	31,9	9,8	22,1	30,6	30,7	69,3

Куп'янський	28,6	-	28,6	22,1	0,0	100,0
Лозівський	33,5	11,4	22,1	23,6	34,0	66,0
Нововодолазький	39	13,9	25,1	33,1	35,6	64,4
Первомайський	19,5	-	19,5	16,4	0,0	100,0
Печенізький	11,5	5,8	5,7	24,2	50,4	49,6
Сахновщинський	25,3	8,3	17	21,8	32,8	67,2
Харківський	184,4	123,2	61,2	131,0	66,8	33,2
Чугуївський	49,6	28,2	21,4	43,0	56,9	43,1
Шевченківський	22,7	7,2	15,5	23,5	31,7	68,3

Водокористування.

Забори свіжої води. Впродовж 2022 р. за даними статистичної звітності за формою 2-тп (водгосп) водокористувачами Харківської області було забрано з усіх джерел водопостачання 485,4 млн. м³ свіжої води. З цього обсягу 415,3 млн. м³ було забрано з поверхневих водних об'єктів, і 70,1 млн. м³ води – отримано з підземних водозаборів [9].

Слід відмітити, що за останні роки обсяги свіжої води, які забирають з водних об'єктів, відчутно зменшились. В таблиці 1.3 наведено динаміку заборів свіжої води сумарно по області, за останні 6 років, починаючи з 2015 р., та для порівняння дані водозаборів за 2005 і 2010 роки.

Таблиця 1.3 – Динаміка заборів свіжої води по області

Джерело водозабору	Рік							
	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2022
Поверхневі водні об'єкти	736,3	574,2	432,4	421,6	403,0	371,0	408,1	415,3
Підземні джерела	177,0	139,4	97,5	94,3	82,9	76,6	76,0	70,1
Сумарно	913,3	713,6	529,9	515,9	485,9	447,6	484,1	485,4

Наведені дані показують суттєве зменшення обсягів забору свіжої води в порівнянні з 2000-ми роками. В останні роки забори води стабілізувалися і корелюють з ростом промислового виробництва.

Основним джерелом водопостачання для області є р. Сіверський Донець,

з якої впродовж 2022 р. було забрано більше 251,7 млн. м³ води, та канал Дніпро-Донбас з 69,8 млн. м³. Більшу частину цієї води було забрано ТВО «Харківкомунпромвод» для водопостачання м. Харкова. Далі йде р. Уди, з якої ведеться водопостачання ТЕЦ-2.

Найбільший обсяг свіжої води забирають на території Чугуївського та Лозівського районів. Більшу частину цієї води було забрано ТВО «Харківкомунпромвод» для водопостачання м. Харкова, та ТЕЦ-2. Далі йде Зміївський район з водозабором Зміївської ТЕС, потім Харківський район. До наступних груп потрапляють райони з промисловістю – Первомайський, Балаклійський, Ізюмський та Куп'янський.

Найменші забори свіжої води в традиційно сільськогосподарських районах – Зачепилівському, Сахновщанському, Дворічанському, Валківському та Нововодолазькому.

Використання води. Всього по області впродовж 2022 р. було використано 377,3 млн. м³ свіжої води, з яких 316 млн. м³ отримано з поверхневих водних об'єктів, а 61,3 млн. м³ – підземних вод [9].

Основний напрямок використання води – господарсько-питне водопостачання, на яке пішло більше 185 млн. м³ води, потім іде промислове водокористування з 70,3 млн. м³, риборозведення з 33,3 млн. м³ та сільськогосподарське водопостачання – 11,6 млн. м³. Окремо слід визначити використання води для охолодження конденсаторів турбін на прямотоці (ТЕС-2 «Есхар») – 58 млн. м³.

Порівнюючи статистичні дані загального використання води з загальним обсягом водозабору, можна зробити висновок, що всього по області 108 млн. м³ свіжої води з сумарного обсягу забраної води не було використано з різних причин. До цього об'єму води входять обсяги транзитних вод (забрані та передані водокористувачам в інших областях) та безповоротні втрати води при транспортуванні, в результаті аварійних переливів та ін.

На першому місці в області за обсягом водокористування Чугуївський та Зміївський райони. Основна причина попадання цих районів в лідери по

водокористуванню – наявність електрогенеруючих підприємств Зміївської ТЕС та ТЕС-2.

Далі по йде група районів – Харківський, Печенізький, Первомайський, Барвінківський, Коломацький та Краснокутський.

На даній тематичній карті круговими діаграмами зображено основні напрямки водокористування. В Харківському, Ізюмському, Лозівському та Красноградському районах свіжа вода в основному використовується для господарсько-питного водопостачання.

В Дергачівському, Зміївському, Чугуївському (з урахуванням того, що охолодження турбін є окремим видом промислового водокористування) та Коломацькому районах основний напрямок водокористування – водокористування для промислових потреб.

В Великобурлуцькому, Дворічанському, Шевченківському, Сахновщанському та Зачепилівському районах більшість води використовується для сільськогосподарського водопостачання.

В Печенізькому, Золочівському, Краснокутському, Первомайському, Барвінківському та Близнюківському районах основний напрямок водокористування – риборозведення.

Для господарсько-питного водопостачання в цілому по області в 2022 р. використовувалося 16 % підземних вод, 84 % води подається з поверхневих джерел. Порівнюючи з даними 2000 року, можна зробити висновок про стабільність структури господарсько-питного водокористування.

Тільки в двох районах, Вовчанському та Красноградському, для питного водопостачання використовується більше 50 % підземних чистих вод. В 10 районах області, в тому числі в Харківському, Чугуївському, Нововодолазькому, Барвенківському та ін. більше 90 % питної води подається з не досить чистих поверхневих водних об'єктів. Ще в 9 районах області процент господарсько-питного використання підземної питної води не перевищує 80.

Необхідно відмітити, що для сільськогосподарського зрошення впродовж року було використано близько 11 млн. м³ води, в основному з річок

Сіверський Донець, Харків та Уди, що означає надто мале використання зрошуваного землеробства [11].

Відведення зворотних вод. Зворотні води є одним з основних джерел надходження забруднюючих речовин антропогенного походження до навколишнього оточуючого середовища.

Протягом 2022 р. підприємствами всіх форм власності області, які звітують за формою 2-тп (водгосп), було повернено 371,5 млн. м³ зворотних вод. Більша частина зворотних вод надійшла до поверхневих водних об'єктів (360,5 млн. м³), близько 11 млн. м³ стічних вод було скинуто на рельєф місцевості, а 10,8 тис. м³ зворотних вод закачано в підземні горизонти [9].

Найбільший обсяг зворотних вод було відведено сумарно підприємствами м. Харкова та Харківського району – 258,2 млн. м³, перш за все комплексами біологічної очистки (КБО) Диканівським та Безлюдівським. Далі йдуть Чугуївський район (60,7 млн. м³) із скидом зворотних вод ТЕС-2, та Зміївський район (16,2 млн. м³) з Зміївською ТЕС. Наведені вище райони є беззаперечними лідерами по обсягам скиду зворотних вод.

Далі йдуть Куп'янський та Балаклійський райони – 6,4 та 5,7 млн. м³. Промислово розвинуті райони області, такі як перелічені вище та Лозівський, Ізюмський та Дергачівський характеризуються обсягами відведення зворотних вод в поверхневі водні об'єкти, що перевищують 1 млн. м³.

Найменші обсяги зворотних вод відводяться водокористувачами Кегичівського та Первомайського районів – 5,0 та 10,6 тис м³.

З усього обсягу зворотних вод, які скидаються до поверхневих водних об'єктів області, більше 9,5 млн. м³ скидаються неочищеними, а 11,4 млн. м³ – недостатньо очищеними [9].

Скиди забруднюючих речовин в поверхневі водні об'єкти. Із зворотними водами до навколишнього природного середовища, перш за все до поверхневих водних об'єктів, надходить велика кількість забруднюючих речовин [6].

Всього відомо десятки тисяч різних забруднюючих речовин, що

утворюються в виробничих процесах та в процесі життєдіяльності людини, які можуть потрапляти в поверхневі води. З великої кількості таких речовин державною статистикою України обчислюються тільки 77 основних речовин [9].

Так як що кожне окреме підприємство скидає в водні об'єкти різний набір забруднюючих речовин, який визначається технологією його виробництва, сировиною та іншими чинниками, прямий порівняльний аналіз забруднення поверхневих вод різними водогосподарськими об'єктами неможливий.

Зазвичай в таких випадках використовують комплексні показники [6]. Комплексні показники обчислюються шляхом інтеграції різномірних даних, які всебічно характеризують процес. Методика обчислення комплексного показника повинна враховувати як характеристики об'єкту, так і цілі аналізу. Зазвичай такі комплексні оцінки мають прозорий фізичний зміст.

Характерною рисою комплексних оцінок сукупності складних об'єктів є можливість проведення порівняльної оцінки цих об'єктів та їх рангування.

Для проведення порівняльного аналізу впливу скиду забруднюючих речовин адміністративно-територіальних одиниць та окремих господарських об'єктів Харківської області було використано узагальнюючий показник скиду (УПС) [8,9]. УПС обчислюється за формулою:

$$\text{УДС} = \max_j \sum_{i=1}^{n_j} \frac{m_i}{\text{ГДК}_i} \quad (1.1),$$

де $j=1, \dots, 5$ – групи речовин з однаковим лімітуючим показником шкідливості;

m_i – кількість в скиді i -ї забруднюючої речовини;

ГДК_i – граничнодопустима концентрація (ГДК) i -ї забруднюючої речовини для водних об'єктів рибогосподарського використання.

УПС є комплексним показником, який зручно застосовувати для порівняльного аналізу обсягів впливу різних водокористувачів на поверхневі

водні об'єкти. За своїм фізичним змістом УПС показує, яку кількість чистої (дистильованої) води необхідно витратити для розбавлення скиду всіх забруднюючих речовин до безпечної (гранично допустимої) концентрації з урахуванням синергізму різних забруднюючих речовин з однаковою шкідливою дією без урахування процесів самоочищення для окремого підприємства-водокористувача, сумарно по району, сумарно по водному об'єкту або його частині. УПС розраховується в тис. м³ або в млн. м³ води.

Сумарно в 2022 р. підприємства області скинули таку кількість забруднюючих речовин, для розбавлення якої потрібно більше 9, 1 кубічних кілометрів чистої води, що в декілька разів перевищує середньорічний обсяг стоку р. Сіверський Донець, і суттєво перевищує обсяг сформованого на території області місцевого стоку. Слід визначити, що обчислений за 2022 р. показник узагальненого скиду по області в цілому в порівнянні з 2000 р. зменшився більше ніж вдвічі.

Найбільший вплив на довкілля оказує м. Харків в основному скидами Харківських міських очисних споруд – та КБО «Безлюдівський» та КБО «Диканівський». Для розбавлення їх сумарних скидів забруднюючих речовин необхідно за рік більше 8 км³ чистої води, тобто промисловість та населення м. Харкова є основним забруднювачем поверхневих вод області [9].

Далі йдуть Лозівський, Куп'янський та Зміївський райони з приблизно однаковим обсягом узагальненого скиду 0,18–0,19 км³. Основними забруднювачами поверхневих вод в цих районах є Зміївська ТЕС, Лозівське ДПВКГ, Куп'янське ВУВКГ, Куп'янська дистанція громадянських споруд та ВАТ «Куп'янський цукровий завод».

Підприємства Чугуївського, Балаклійського та Ізюмського району відводять забруднюючих речовин за УПС 40–60 млн. м³. Основними забруднювачами є підприємства комунального господарства.

Найменші показники забруднення поверхневих вод за даними статистичних спостережень 2-тп водгосп характерні підприємствам Кегичівського (УПС = 8 тис. м³) та Первомайського (УПС = 10,6 тис. м³)

районів області.

По водних об'єктах області основна кількість забруднюючих речовин скидається в річки басейну Сіверського Дінця – Уди, Лопань та саму р. Сіверський Донець.

За даними проведеного аналізу статистичної звітності за формою 2-тп водгосп підприємства Харківської області скидають в поверхневі води 24 різних забруднюючих речовин. Якщо прорангувати ці забруднюючі речовини за комплексним показником УПС, можна зробити висновок щодо їх сумарного вкладу в забруднення поверхневих вод області [9]. Найбільш вагомою забруднюючою речовиною є азот нітритів, потім йдуть нафтопродукти, сполуки міді та Cr^6 , органічні речовини, сполуки азоту і т.д.

Відмітимо, що за допомогою узагальненого показника скиду УПС можна проводити аналіз ступеню очистки зворотних вод від забруднюючих речовин, тобто оцінювати результативність роботи водоочисних споруд.

Для проведення такого аналізу узагальнений показник скидів забруднюючих речовин за УПС підприємства-водокористувача (групи підприємств району або сумарний скид у водний об'єкт), що скидаються в вибраний водний об'єкт, треба розділити на відповідний обсяг стічних вод. В результаті отримуємо комплексний показник умовної кратності розбавлення зворотних вод (КРЗС), який вимірюється в разях та показує узагальнену за всіма забруднюючими речовинами ступінь азопромисловості зворотних вод, які відводяться у водні об'єкти.

Як і узагальнений показник скиду, КРЗС є комплексним показником, який застосовується тільки для порівняльного аналізу. За фізичним змістом КРЗС є аналогом узагальненої концентрації вмісту всіх наявних забруднюючих речовин, виражених в ГДК, в зворотних водах.

Якщо обчислити показник кратності розбавлення зворотних вод, в яких присутня тільки одна забруднююча речовина, даний комплексний показник буде рівним концентрації цього забруднювача в зворотній воді, обчислений в ГДК даної речовини.

Результати аналізу за показником КРЗС показують, що узагальнений показник забрудненості зворотних вод по області складає 25,4.

Найбільш забруднені зворотні води з узагальненою кратністю більше 150 ГДК скидають в поверхневі водні об'єкти підприємства Харківського, Валківського та Сахновщанського районів.

Результати аналізу останніх двох карт розділу показують наявність великих проблем з очисткою зворотних вод в районах області сільськогосподарської орієнтації, які не вважаються серйозними забруднювачами поверхневих вод [9].

Так, за узагальненим показником забрудненості зворотних вод в 2022 р. до найгірших відносились Сахновщанський, Валківський та Зачепилівський райони.

Наведені дані показують, що при існуючому стані з охороною природи водні об'єкти області ще довго будуть забрудненими.

Викиди забруднюючих речовин в атмосферу.

За даними статистичних спостережень за формою 2-тп повітря на території Харківської області в 2022 р. 858 окремих підприємств мали викиди забруднюючих речовин з 30733 стаціонарних джерел в атмосферу.

Протягом 2022 р. загальні викиди шкідливих речовин від стаціонарних джерел в атмосферне повітря склали 148,3 тис. тон проти 146,7 тис. тон сумарних викидів в 2000 р. За той же період сумарна кількість забруднюючих речовин від пересувних джерел склала 138,5 тис. тон (в 2000 р. – 127,5 тис. тон).

За даними «Доповіді про стан навколишнього природного середовища в Харківській області в 2022 році» [9], за районами області основними забруднювачами атмосферного повітря з стаціонарних джерел залишаються Зміївський район із Зміївською ТЕС, загальний викид в атмосферне повітря в 2022 р. на рівні 99,4 тис. тон, Харківський район (з підприємствами м. Харкова) із викидами в 12,3 тис. тон, Балаклійський район з ВАТ «Балцем» (загальний обсяг викидів по району 11,3 тис. тон) та Чугуївський район з сумарними

викидами в обсязі 5,74 тис. тон.

Валківський, Дергачівський, Красноградський, Краснокутський та Куп'янський райони з сумарними обсягами викидів близько 2,0–2,8 тис. тон складають наступну групу. Найменший сумарний обсяг викидів в Печенізькому та Зачепилівському районах – менше 0,01 тис. тон.

Як і в минулі роки основними забруднювачами атмосфери залишаються підприємства Міненерго України, на долю яких припадає більше 80 % загального обсягу викидів шкідливих речовин у повітря від стаціонарних джерел. До їх числа входять Зміївська ТЕС, ДП ТЕЦ – 5, ДП ТЕЦ-2 «Есхар», ЗАТ ТЕЦ. Значний внесок в рівень забруднення атмосферного повітря вносять підприємства НАК «Нафтогаз України» – Газопромислове управління «Шебелінказагвидобування», Харківське ЛВУМГ, Краснокутське НГЛ, Шебелінське ЛВУМГ, ВАТ «Балцем» [33].

За 2022 р. Зміївською ТЕС викинуто 99,2 тис. тон забруднюючих речовин, що в порівнянні з 2000 р. (95,2 тис. тон) більше на 5 %. Протягом 2022 р. збільшилися викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від Хрестищінського управління бурових робіт, управління «Укрбургаз», Куп'янського лінійного управління магістральних газопроводів, Шебелинського лінійного управління магістральних газопроводів, Краснокутського нафтогазопромислу, ВАТ «Курганський бройлер», Первомайського державного підприємства «Хімпром».

Ряд промислових підприємств Харківщини, таких як Харківське лінійне управління магістральних газопроводів, ВАТ ХТЗ ім Орджонікідзе, ДП ТЕЦ – 2 «Есхар». Просторовий розподіл території області за кількістю джерел забруднення має такий вигляд. Найбільша кількість джерел викидів забруднюючих речовин розміщено в м. Харкові та Харківському районі – близько 18 тис. Далі йдуть Балаклійський район (2,4 тис. джерел), м. Куп'янськ з районом (1300 джерел), Красноградський район (923), Дергачівський район (872), м. Ізюм та Ізюмський район (800), Зміївський район (600). В інших районах області кількість джерел забруднення атмосферного повітря значно

менша.

Ситуація з викидами забруднюючих речовин в атмосферне повітря від автотранспорту в області залишається гострою. Викиди від автотранспорту в 2022 р/ складають за даними обласного управління статистики 138,5 тис. тон. Сумарний обсяг викидів від пересувних джерел забруднення атмосферного повітря вже зрівнявся з викидами промислових підприємств [33].

Автотранспорт завжди був одним з найзначніших джерел забруднення атмосферного повітря. Його вклад в загальний викид великих промислових міст і мегаполісів України з року в рік коливається в інтервалі від 40 до 60 відсотків. В Харківській області впродовж 2022 р. цей вклад становив 48,3 %.

Слід зазначити, що основною причиною інтенсивного забруднення атмосфери автотранспортом є головним чином експлуатація технічно застарілого автомобільного парку (по деяким оцінкам до 80 %), низька якість паливно-мастильних матеріалів, аварійний стан шляхів, зменшення кількості контрольних-регулювальних пунктів на підприємствах, невідпрацьовані режими швидкостей дорожнього руху, особливо в містах.

Особливо це стосується м Харкова та його центральних районів. Схема забудови центральної частини міста, що створена по радіальному принципу, не розрахована на транспортні потоки в такому обсязі, відсутні необхідні лінії «зеленої хвилі», об'їзні маршрути, дорожні розв'язки, підземні пішохідні переходи. Стан доріг не відповідає існуючим нормативам. В результаті велика кількість автомобілів рухається через центральні райони міста з повільною швидкістю та з великою кількістю зупинок, що призводить до надмірного витрачання пального і є причиною понаднормово загазованості атмосферного повітря.

Зростає потік автотранспорту, який вже був в експлуатації значний час і має значну зношеність двигунів. Автомобільний парк області поповнюється в основному машинами імпортного виробництва, для яких характерна висока ступінь стиску і які живляться паливом з високим октановим числом. Екологічний контроль використовуваного палива проводиться в недостатніх

обсягах. Кількість автотранспорту, що використовує для знешкодження вихлопних газів каталізатори, досить незначна [8].

Різко впала технічна оснащеність АТП, в тому числі контрольно-діагностичною апаратурою, внаслідок чого погіршився рівень організації відомчого екологічного контролю [5].

Атмосферне повітря є великим транспортом забруднення і в якості екологічного фактору впливає на значну частину території області.

Обіг токсичних відходів.

Згідно державної статистичної звітності по формі № 1 – токсичні відходи в 2022 р. в області утворилося 49,6 тис. тон токсичних відходів, у тому числі 381,8 тон відходів 1 класу небезпеки (0,0008 % від загального обсягу утворення відходів); 2,12 тис. тон відходів 2 класу небезпеки (4,3 %); 19,3 тис. тон відходів 3 класу небезпеки (39 %), 27,8 тис. тон відходів 4 класу небезпеки (56 %).

За даними державної статистичної звітності по формі № 14 – мтп «Звіт про утворення, використання і поставку вторинної сировини і відходів виробництва» протягом 2022 року в області утворилось: шлаків ливарного виробництва – 10,840 тис. тон, золи і золошлакових відходів теплових електростанцій та інших спалювальних установок – 685,544 тис. тон, сумішей формувальних відпрацьованих – 23,675 тис. тон, дефекату 161,273 - тис. тон, брухту і відходів чорних металів – 159,107 тис. тон, брухту і відходів кольорових металів – 1984,454 тис. тон, відходів паперу та картону 6,263 тис. тон, полімерної сировини – 1,097 тис. тон, склобою – 1,461 тис. тон. Загальна кількість золи і золошлакових відходів теплових електростанцій та інших спалювальних установок на кінець звітного року склала 26, 237 млн. тон.

За рік по області було використано у власному виробництві 13,685 тис. тон відходів, у тому числі: 138,95 тон – відходи 1 класу небезпеки; 752,73 тон – 2 класу небезпеки; 235,79 тон – 3 класу небезпеки та 12,6 тис. тон – відходи 4 класу небезпеки.

Сумарно впродовж року було знешкоджено 14,08 тис. тон відходів, у тому числі відходів 1 класу небезпеки – 0,8 тон, 2 класу небезпеки – 82,5 тон,

3 класу небезпеки – 11,4 тис. тон та 4 класу небезпеки – 2,6 тис. тон.

Впродовж року в поверхневій сховища організованого складування (поховання) відправлено 6159,8 тон відходів, що складає близько 12 % від загального обсягу утворення відходів. З них відходів 1 класу небезпеки – 1,615 тон; 2 класу небезпеки – 2,035 тон; 3 класу небезпеки – 5,194 тис. тон; 4 класу небезпеки – 962 тони. Загальна кількість відходів в сховищах організованого складування на 01.01.2022 р. складає 1575,13 тис. тон.

На тематичній карті 3.4.1 наведена інформація про обіг промислових відходів в області. Виходячи з того, що в процесі промислового виробництва утворюються відходи різних класів небезпеки, для порівняльного аналізу та рангування адміністративних одиниць за обсягами утворення відходів та їх накопичення було використано комплексний показник загального утворення відходів ($P_{зув}$) всіх класів небезпеки:

$$P_{зув} = 5000 * M_1 + 500 * M_2 + 50 * M_3 + M_4 \quad (1.2)$$

де, M_1, M_2, M_3, M_4 – умовні одиниці, значення яких дорівнюють кількості утворених/накопичення відходів за класами небезпеки (1, 2, 3 та 4 відповідно) [6]. Розмірність $P_{зув}$ – тон/рік.

На карті наведені дані про приведену щільність утворення токсичних відходів за комплексним показником, обчисленим за даними статистичної звітності про обіг промислових відходів за формулою (1.2).

За показником приведеної щільності утворення токсичних відходів в найгіршому стані є Харківський та Куп'янський райони. Далі за приведеною щільністю утворення відходів йдуть Великобурлуцький і Балаклійський райони.

На приведеній карті показані основні підприємства-утворювачі токсичних відходів, теж проранговані за комплексним показником $P_{зув}$.

Впродовж 2022 р. найбільша кількість токсичних відходів за комплексним показником було утворено на ТОВ «Владар», Куп'янському

локомотивному депо, службі електропостачання м. Харків, локомотивному депо ст. Основа, ДП «Завод ім. Малишева», Харківському державному авіаційному виробничому підприємстві, Зміївській ТЕС, заводі Шевченко, газовидобувному підприємстві «Шебелинкагазпром» та ін.

З районів області по цьому показнику в найгіршому стані Харківський, Балаклійський район та Лозівський райони.

На карті також нанесені основні місця розміщення відходів. Слід відмітити, що протягом останніх років в області не вирішується проблема з екологічно безпечним розміщенням високотоксичних відходів I та II класів небезпеки [5].

Номенклатура утворення різноманітних промислових відходів обумовлена галузевою структурою промисловості області, до складу якої входять електроенергетична, машинобудування, металообробка, цементна та харчова промисловості. На теперішній час зареєстровано 469 видів відходів з визначеними хімічним складом та фізичними властивостями, у тому числі для 130 видів відходів визначено підприємства (виробництва) щодо їх утилізації.

Підприємства області неспроможні використати або знешкодити всю ту кількість відходів I та II класів небезпеки, що утворюється за рік. Так, для 32 визначених відходів I класу, які утворюються на підприємствах області, тільки для 6 визначено підприємства або виробництва з їх утилізації. Для токсичних відходів I та II класів небезпеки в області не визначено місця їх безпечного захоронення.

В області існує 8 відомчих полігонів промислових відходів, які займають площу 636 га. Ці відомчі полігони теж зображені на карті 3.4.2. На діючі 5 відомчих полігонів промислових відходів загальною площею 423 га видаляють свої відходи III та IV класів небезпеки підприємства АТ «ХарП», ВАТ «ХТЗ», ВАТ «Куп'янський ливарний завод», Зміївська ТЕС та ВАТ Лозівський ковальсько-механічний завод».

Протягом 2022 року на вказані діючі полігони було видалено 595,3 тис. тон відходів. Загальна кількість накопичених відходів на кінець 2022 р. відходів

на відомчих полігонах склала 27,8 млн. тон, з яких значна кількість знаходиться у Зміївському та Куп'янському районах. Основною екологічною проблемою наявних полігонів є відсутність моніторингу за станом підземних та поверхневих вод в місцях їх розташування [5].

Найбільшу кількість промислових відходів накопичено на території ТЕС-2 «Есхар», заводі ім. Малишева, заводі транспортного обладнання, заводі «Електроважмаш».

На виконання заходів Загальнодержавної програми поводження з токсичними відходами протягом 2022 року в області проводився комплекс заходів щодо організації безпечного поводження з токсичними відходами, зокрема, з непридатними до використання пестицидами і їх сумішами, яких в Харківській області на даний час накопичилось 1111,66 тон., які зберігаються у 131 сховищі на території області.

Ситуація в сфері поводження з відходами в області з кожним роком ускладнюється. Якщо раніше найбільші обсяги відходів утворювалися на державних підприємствах-велетнях, які знаходилися під жорстким контролем відповідних екологічних, санітарних, прокурорських та інших служб, і на цих підприємствах щорічно розроблялися і виконувалися плани та природоохоронні заходи щодо зниження відходів, проводилося лімітування, то на сьогодні ситуація змінилася [5].

В зв'язку з бурхливим і не завжди підконтрольним розвитком сфери приватного бізнесу – торгівлі, медицини, побутової хімії – ріст відходів, що утворюються при цьому, набуває помітного значення. Очевидно, що в подальшому необхідно звернути увагу на цю проблему.

Побутові відходи.

Тверді побутові відходи (ТПВ) є одним з небезпечних джерел забруднення, перш за все бактеріологічного, поверхні землі, поверхневих та підземних водних ресурсів та атмосфери. Забруднення ґрунтів внаслідок розміщення ТПВ є одним з основних джерел інфекційних захворювань людини.

За даними Головного управління житлово-комунального господарства

Харківської облдержадміністрації, в області щорічно утворюється приблизно 1,5 млн. м³ ТПВ, в тому числі в м. Харкові – 920 тис. м³. Офіційно в області тверді побутові відходи розміщуються на 63 полігонах розміщення ТПВ, частина з яких вже вичерпала свій ресурс. Це відноситься до полігонів ТПВ м. Харкова в Дергачівському районі, м. Куп'янська, Лозової та Чугуєва.

З загальної кількості полігонів твердих побутових відходів стан 18 можливо охарактеризувати як критичний. Вони знаходяться в таких геолого-гідрогеологічних умовах, що при відсутності вчасно розроблених та впроваджених заходів по локалізації впливу інфільтрату та забрудненого поверхневого стоку близьким часом будуть збільшуватися масштаби забруднення підземних вод. Лише незначна частина звалищ знаходиться в більш-менш задовільному стані і не створюють потенційної небезпеки для природного середовища (м. Красноград, смт. Бабаї, смт. Нова Водолага).

Однак фактично справи значно гірші. Тверді побутові відходи утворюються всюди, де живе людина. В тих населених пунктах, де відсутня централізована система збору та вивозу твердих побутових відходів, населення вивозить сміття та інші продукти життєдіяльності на нексанкціоновані звалища ТПВ, які стихійно створюються в багатьох населених пунктах, в тому числі і в містах обласного підпорядкування, періодично ліквідуються та утворюються на новому місті.

У цьому розділі роботи було наведено загальні характеристики Харківської області, проведено аналіз антропогенного тиску на компоненти навколишнього природного середовища у Харківській області, до компонентів антропогенного тиску віднесена щільність проживання населення області за адміністративно-територіальними районами а також: водокористування, викиди забруднюючих речовин в атмосферу, обіг токсичних відходів, побутові відходи, електромагнітне випромінювання [6].

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ ЧИННИКІВ ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН

2.1. Забруднення атмосферного повітря Харківської області

Значна кількість розташованих в м. Харкові та області кооперативних, комерційних та приватних структур, а також збільшення числа транспортних засобів, що експлуатуються тривалий час, призводять до значного забруднення атмосферного повітря. Внаслідок цього окремі райони міста як і раніше, відносяться до територій з підвищеним рівнем забруднення атмосфери, про що свідчать дані щорічних спостережень за забрудненням повітряного басейну, що проводяться Харківським обласним центром з гідрометеорології.

За даними Харківського обласного центру з гідрометеорології, який проводить спостереження за забрудненням атмосферного повітря міста Харкова, індекс забруднення атмосфери міста за 2022 рік становив – 5,03.

Слід зазначити, що основною причиною забруднення атмосфери автотранспортом є експлуатація технічного застарілого автомобільного парку, низька якість паливно-мастильних матеріалів, аварійний стан шляхів, невідпрацьовані режими швидкостей дорожнього руху.

Харківський обласний центр з гідрометеорології проводить спостереження за забрудненням атмосферного повітря міста Харкова на 10 стаціонарних пунктах спостереження (ПСЗ), обладнаних комплектними лабораторіями «ПОСТ-1» та «ПОСТ-2» [7].

Спостереження проводяться щоденно та цілодобово, крім святкових днів. Всього відібрано та проаналізовано в 2022 році 47085 проб повітря на 20 забруднюючих інгредієнтів [8].

Аналізуючи, в цілому, стан атмосферного повітря міста відмічаємо збільшення вмісту пилу, середньорічна концентрація $0,14 \text{ мг/м}^3$ (в 2022 році $0,12 \text{ мг/м}^3$), вмісту оксиду вуглецю, середньорічна концентрація $2,5 \text{ мг/м}^3$ (в 2016 році $1,7 \text{ мг/м}^3$), вмісту сажі, середньорічна концентрація $0,02 \text{ мг/м}^3$ (в 2022

році 0,01 мг/м³), вмісту заліза. Відзначається незначне зменшення вмісту бенз/а/пирену, свинцю, цинку, міді [7].

На рівні 2022 року вміст діоксиду сірки, діоксиду азоту, оксиду азоту, сірководню, фенолу, формальдегіду, марганцю, нікелю, кадмію та хрому.

В 2022 році значно збільшився відсоток проб з концентраціями, що перевищують відповідні гранично допустимі, за пилом з 2,7 % до 4,6 %, оксидом вуглецю з 1,8 % до 9 %, діоксидом азоту з 2,1 % до 3,7 %, сажею з 0,1 % до 1,3 % (рисунок 2.1).

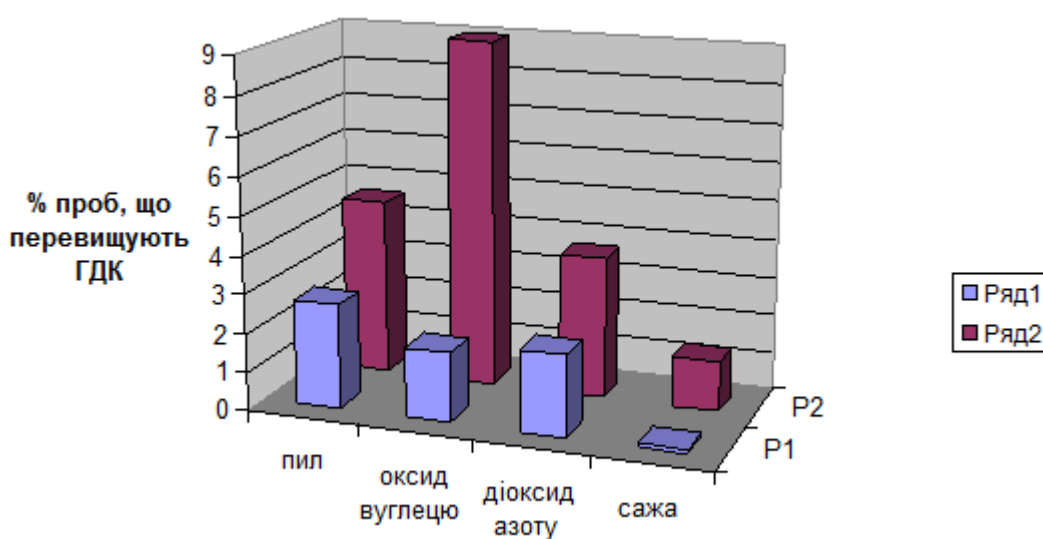


Рисунок 2.1 – Порівняння відсотків проб з концентраціями, що перевищують ГДК по основним забруднюючим речовинам в Харківській області в 2015 році (ряд 1) і в 2022 році (ряд 2)

Максимальні концентрації перевищували відповідні гранично допустимі максимально разові за пилом в 6 разів, оксидом вуглецю в 4,2, діоксидом азоту в 4,1 рази, фенолом в 3,3 рази, формальдегідом в 1,6, сажею в 2,8, бенз/а/пиреном в 1,8 разів (за середньомісячними концентраціями) [7].

Ще один суб'єкт моніторингу, обласна санітарно-епідемічна служба, проводить лабораторний контроль лише в 12 районах області. Єдиний показник в звітності СЕС, що характеризує рівень забруднення атмосферного повітря – наявність перевищення санітарно-гігієнічних ГДК – має якісний характер. Він

не дає можливості в повній мірі аналізувати забруднення атмосферного повітря та визначати міру небезпеки атмосферного забруднення для здоров'я населення області. Втім, за даними ОблСЕС, які більше мають якісний характер, забрудненість атмосферного повітря на території Харківської області протягом 2022 року залишається на рівні минулих 3 років.

Результати лабораторного контролю якості атмосферного повітря, який проводиться установами санітарно-епідеміологічної служби, свідчать, що в 2022 році показники вмісту шкідливих речовин у приземному шарі атмосферного повітря залишалися на рівні 2015 року і складали по області в середньому 4 %, по місту Харкову – 3,2 %.

Основними шкідливими речовинами, що забруднюють повітря, є пил, діоксид азоту, діоксид сірки, фенол, формальдегід, оксид вуглецю та аміак.

За даними спостереження приземного прошарку повітря в місті Харкові на 10 стаціонарних пунктах Харківського обласного центру з гідрометеорології встановлено, що в 2022 р. в порівнянні з минулим роком комплексний показник забруднення атмосферного повітря ІЗА5 незначно знизився і складав 5,93 проти значення 5,98 в 2015 р. та 6,06 в 2014 р.

Зміни індексів забруднення атмосферного повітря м. Харкова передусім пов'язані з нестабільною роботою підприємств – забруднювачів та зниженням викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел на них.

2.2 Оцінка якості поверхневих вод

Гідрохімічний режим поверхневих вод формується під впливом природних умов та господарської діяльності на водозборі [9].

Складові елементи річкового стоку приносять у водне середовище свої специфічні забруднюючі компоненти, за якими й проводиться оцінка впливу кожного з факторів або загальна оцінка якості поверхневих вод у створах гідрохімічної та гідробіологічної зйомки (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Характерні забруднення складових елементів річкового стоку

Складові елементи річкового стоку	Характерні забруднення
Поверхнево-схилувий стік непорушених територій	Сполуки азоту та фосфору у концентраціях, що знаходяться нижче нормованих величин, органічні речовини, солі від метаморфізації атмосферних опадів
Господарсько-побутові стічні води	Біогенні сполуки азоту та фосфору, органічні речовини, іони натрію, хлориди та сульфати, токсиканти, бактеріальні забруднення вище нормованих величин
Зливовий стік з урбанізованих територій	Рівнозначний забрудненням господарсько-побутових стічних вод
Поверхневий стік із сільськогосподарських територій та ґрунтовий стік	Сполуки азоту, фосфору, калій, кальцій, магній, сульфати, хлориди, завислі речовини, пестициди, бактеріальні забруднення; з ґрунтовим стоком – фосфати, нітрати, сульфати, органічні речовини

Важливо мати методику комплексної оцінки якості поверхневих вод, що враховує найбільш характерні лімітуючі елементи і дає безрозмірну числову величину, яка характеризує екологічний стан басейну [9].

Для комплексної оцінки запропоновано графічний метод – складання модель-карти якості поверхневих вод, що являє собою кругову діаграму із шкалами-радіусами, ціна поділки яких відповідає максимальному значенню лімітуючого показника якості води (ЛПЯ). Кількість радіусів дорівнює кількості гідрохімічних характеристик, що визначаються [9].

На рисунку 2.2 прийнято 10 шкал-радіусів. Серед них ті, що визначають зміст органічної речовини – хімічне споживання кисню за перманганатною окислюваністю; біохімічне споживання кисню п'ятидобове; зміст біогенних компонентів – азотної групи та фосфатів; газовий режим – насичення розчиненим киснем в процентах та завислі речовини. Ціна поділки шкали екологічних радіусів: завислі речовини – 10 мг/л; ПО – 8 мг/л; БСК5 – 1,5 мг O₂/л; азот амонійний – 0,3 мгN/л; азот нітратний – 1 мгN/л; фосфати – 0,05 мгP/л; розчинений кисень – 80 % насичення. Умовні позначення: центральне заштриховане коло – екологічний оптимум; крапкова штриховка –

антропогенне забруднення (фактичні дані гіdroхімічної зйомки) [5].
Екологічний коефіцієнт дорівнює:

$$K_{\text{ек.в.}} = \frac{F_{\text{факт.}}}{F_{\text{опт.}}} = \frac{7,45}{3,14 \cdot 1,0} = 2,4 \quad (1.3)$$

де $F_{\text{факт.}} = 7,45$ – площа діаграми, обмеженої фактичними значеннями гіdroхімічних характеристик;

$$F_{\text{опт.}} = \pi \cdot r^2.$$

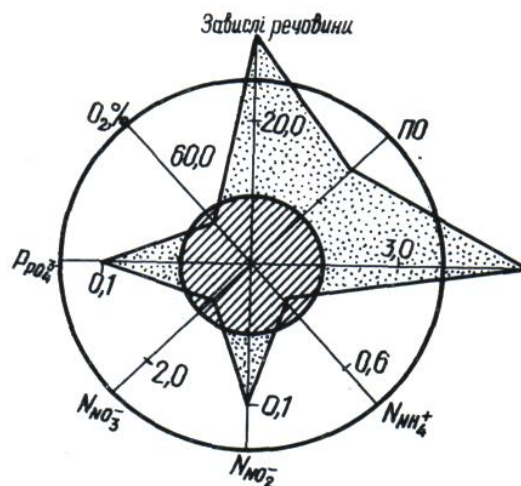


Рисунок 2.2 – Виведення екологічного коефіцієнта ($K_{\text{ек.в.}}$) якості води р.

Сіверський Донець у літню межень 2015 – 2022 рр.

За екологічний норматив прийняті характеристики для чистих річок за санітарно-екологічними нормативами, що являє собою центральне заштриховане коло. Фактичне нанесення стану річки на діаграму покаже напрям зміни гіdroхімічних характеристик, за якими можна судити про можливі джерела забруднення, а відношення площі, зайнятої діаграмою фактичного забруднення (знятої з допомогою міліметрового паперу), до площі, що зайнята оптимальними значеннями нормованих характеристик, дасть

сумарний екологічний коефіцієнт якості води у даному створі спостереження $K_{\text{ек.в.}}$.

За лімітуючі приймають характеристики, що найбільше відповідають даним умовам водовикористання: санітарно-гігієнічним, санітарно-екологічним, рибогосподарським, меліоративно-зрошувальним тощо.

Для повної оцінки умов формування річкового стоку та якості води складають окремі діаграми: сольового фону (у випадку скидання дренажних та шахтних вод), бактеріальної забрудненості та гідробіологічних характеристик (колі-титру), загального мікробного числа, гетеротрофної мікрофлори, індексу сапробності (по фітомікробентосу та зоопланктону); токсикологічної ситуації (наявність пестицидів, нафтопродуктів, іонів важких металів). Тоді окремі коефіцієнти підсумовують і виводять середнє арифметичне як екологічний коефіцієнт якості поверхневих вод [9] (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 - Комплексна санітарно-екологічна класифікація поверхневих вод

Ступінь забруднення, клас	Факторні коефіцієнти, виведені за станом			Середній екологічний індекс, $K_{\text{ек.}}$
	санітарно-гідрохімічного режиму, $K_{\text{с.г.}}$	біологічного режиму, $K_{\text{б.р.}}$	іхтіолого-токсикологічного режиму, $K_{\text{іхт.}}$	
Допустимий	1,0	1,0	1,0	1,0
Помірний	2,0	2,0	1,5	1,83
Високий	3,0	3,0	2,0	2,63
Дуже високий	понад 3,0	понад 3,0	понад 2,0	понад 2,63

У рибогосподарській практиці мають місце випадки, коли лише один з лімітуючих показників викликає замор риби. Тоді до загального екологічного коефіцієнта якості води додається 1,0: Наприклад, $K_{\text{ек.в.}} = 2,0$. Зареєстровано явище замору від дії ДДТ. Загальний:

$$K_{\text{ек.в.}} = 2,0 + 1,0 = 3,0 \text{ [9].}$$

Під впливом антропогенного тиску поверхневі води змінюють свої природні фізико-хімічні властивості. Одним з найбільш небезпечних наслідків є забруднення поверхневих вод в результаті відведення в них забруднених зворотних вод.

Оцінка якості поверхневих вод проводилась на основі режимних даних контролю якості води поверхневих водних об'єктів Харківської області. Основними суб'єктами моніторингу поверхневих вод в області є [9]:

- ✓ обласний центр з гідрометеорології;
- ✓ державне управління екології та природних ресурсів в Харківській області;
- ✓ Сіверсько-Донецьке територіальне басейнове управління Держкомводгоспу України.

Всього контроль за якістю поверхневих вод в області ведеться на 101 пості гідрохімічного контролю зазначених організацій.

Слід визначити, що розміщення постів контролю поверхневих вод вкрай нерівномірне по області та по водним об'єктам та неузгоджене між суб'єктами моніторингу. Тому досить часто зустрічаються випадки, коли пости контролю двох-трьох організацій розміщені поруч. Це відноситься до р. Сіверський Донець та її основних притоків – річок Уди, Лопань, Харків та Оскол, якість поверхневих вод яких вимірюється досить густо [9].

Натомість на більшій частині території області на багатьох середніх річках та абсолютній більшості малих річок моніторинг не проводиться. Сказане вище пояснює, чому оцінка якості поверхневих вод більшості водних об'єктів не проводилася.

Для оцінки забруднення поверхневих вод в даному проекті використовуються комплексні показники забруднення. Використання подібних комплексних показників дає можливість проведення порівняльної оцінки стану поверхневих вод різних водних об'єктів та їх забруднення [8].

2.3 Аналіз радіаційного фону Харківської області

Основну частину опромінення населення земної кулі одержує від природних джерел радіації. Всі дозиметри вимірюють потужність дози. Якщо людина хоче виміряти дозу опромінення, то необхідно час перебування біля радіоактивного джерела помножити на показання дозиметра в цьому місці (Р/год). Нормальним радіаційним фоном є 15-20 мкР/год. Ці цифри залежать від того, в якій місцевості проживає людина. Наприклад, якщо людина проживає в зоні вапняків, то вона може отримати 0,3 м³ в за рік, у зоні осадових порід – 0,5 м³ в за рік, а у зоні гранітів – 1,2 м³ в за рік. Людина піддається опроміненню двома способами [10].

Радіоактивні речовини можуть знаходитися поза організмом і опромінювати його зовні. Основна частина населення отримує опромінення за рахунок природних джерел радіації. У цьому випадку говорять про зовнішнє опромінення. Але радіоактивні речовини можуть виявитися й у їжі, і у воді, і в повітрі і потрапити всередину організму разом з їжею, чи через органи дихання. Такий спосіб опромінення називається внутрішнім. Попадання твердих часток у дихальні органи залежить від розміру часток. Частки розміром менше 0,1 мкм при вході разом з повітрям попадають у легені, а при видиху видаляються. У легенях залишається тільки невелика частина. Великі частки розміром більше 5 мкм майже усі затримуються носовою порожниною.

Земна радіація обумовлена тим, що основні радіоактивні ізотопи, що зустрічаються в гірських породах Землі – це калій-40, рубідій-87 і члени інших радіоактивних сімейств, включені до складу Землі із самого її народження. Вони беруть початок відповідно від урану-238 і торію-232, що є довго живучими ізотопами. Рівні земної радіації також неоднакові для різних місць і залежать від концентрації радіонуклідів у тій чи іншій ділянці земної кори.

У середньому дві третини ефективної еквівалентної дози опромінення, що людина одержує від природних джерел радіації, випромінювання яке надходить від радіоактивних речовин, які потрапили в організм із їжею, водою і

повітрям. Невелика частина цієї дози приходить на радіоактивні ізотопи типу вуглецю-14 і тритію, що утворюються під впливом космічної радіації. Все інше надходить від джерел земного походження. У середньому людина одержує близько 180 мкЗв у рік за рахунок калію-40, що засвоюється організмом разом з нерадіоактивними ізотопами калію, необхідними для життєдіяльності організму.

Найбільш вагомим із усіх природних джерел радіації є важкий газ (у 7,5 разів важче повітря) – радон. У природі радон зустрічається в двох формах: у виді радону-222, члена радіоактивного ряду, утвореного продуктами розпаду урану-238, і у виді радону-220, члена радіоактивного ряду торію-232. Основну частину дози опромінення від радону людина одержує, знаходячись у закритому, не провітрюваному приміщенні. Концентрація радону в закритих приміщеннях у середньому у вісім разів вище, ніж у зовнішнім атмосферному повітрі [8].

Радон концентрується в повітрі усередині приміщень лише тоді, коли вони в достатній мірі ізолювані від зовнішнього середовища. Надходячи усередину приміщення тим чи іншим шляхом (просочуючись через фундамент і підлогу, чи ґрунт, вивільняючись з матеріалів, використовуваних у конструкції будинку), радон накопичується в ньому. У результаті в приміщенні можуть виникати досить високі рівні радіації. Тому необхідно провітрювати приміщення, не залежно від того знаходиться це приміщення в підвальному приміщенні чи ні.

Радіоекологічна обстановка в Харківській області по своїй складності та небезпеці для навколишнього природного середовища і здоров'я населення, у тому числі майбутніх поколінь, не має аналогів на Україні [5].

Обумовлено це тим, що на території області, протягом більше 80 років проводилися такі промислові заходи як:

а) На території Харківської області знаходиться 404 підприємства, організації та установи, які використовують джерела іонізуючого

випромінювання (ДІВ), у тому числі: у промисловості та науково-дослідних установах – 113, лікувально-профілактичних установах – 291;

б) До квітня 2010 року в Харкові на території Харківського Фізико-Технічного Інституту зберігалась велика частка високозбагаченого урану, що ймовірно відтворилось на радіаційному фоні Харківської області.

в) Наукова розробка в ХФТІ, зі створення ядерної установки нового типу «підкритичній збірці, керованій прискорювачем електронів»;

г) Поховання радіоактивних відходів, а також використання джерел радіоактивного випромінювання для технологічного контролю на сотнях підприємств області;

д) Поховання радіоактивних джерел і відходів, утворених в різних галузях промисловості, з п'яти областей України;

е) Виробництво спеціальних приладів і устаткування з використанням джерел радіоактивного випромінювання середньої та високої потужності.

ж) Крім того, в близько розташованій Запорізькій області перебуває найбільша в Європі Запорізька атомна електростанція з 6 енергоблоками.

Протягом 30-х років у ХФТІ створюється кілька проектів: 10 жовтня 1932 року в інституті вперше в СРСР розщепили ядро атома. Надалі, в ХФТІ отримали рідкий водень і рідкий гелій, побудували першу радіолокаційну установку, інститут також розвивав промислову вакуумну металургію.

До квітня 2010 року в Харкові на території Харківського Фізико-Технічного Інституту зберігалась велика частка високозбагаченого урану, що ймовірно відтворилось на радіаційному фоні Харківської області.

У квітні 2010 року на міжнародному форумі з ядерної безпеки було озвучено рішення позбутися запасів високозбагаченого урану, що зберігаються у ННЦ ХФТІ.

У грудні 2010 весь високозбагачений уран був вивезений до Росії, де буде проведена його переробка. В обмін на це, Україна, за рахунок фінансування від США, повинна отримати низько збагачений уран для дослідницьких установок,

а також планувалось за \$ 25 млн здійснити будівництво заводу з виробництва ізотопів у медичних цілях.

Попередній етап посприяв в подальшому погіршенню радіаційного фону Харківської області, було прийнято рішення про технічну допомогу США в обмін на український ядерний матеріал, в 2012 році українська сторона виконала свої зобов'язання, про що заявив президент США Барак Обама на саміті в Кореї.

А далі харківські вчені, отримали від американської сторони близько 70 мільйонів доларів на обладнання, установку та будівництво, й реалізують свою наукову розробку зі створення ядерної установки нового типу «підкритичній збірці, керованій прискорювачем електронів»;

2.4. Забрудненість ґрунтів

В результаті інтенсивного сільськогосподарського використання земельним ресурсам Харківської області нанесений відчутний збиток в результаті відчуженості родючих земель, розробки корисних копалин, затоплення і підтоплення водоймищами, меліоративних заходів і недосконалості застосовуваної агротехніки, що не враховує екологічних вимог. В результаті такі проблеми як дегуміфікація, ерозія, дефляція, забруднення ґрунтів пестицидами та ядохімікатами мають на території області широке поширення.

Внаслідок сконцентрованості великих промислових підприємств на території Харківської області виникла гостра проблема забруднення ґрунтів важкими металами.

Безпосередньо забруднення ґрунтів області важкими металами вивчено слабо. Відомі окремі роботи минулих років по вивченню забруднення ґрунтів м. Харкова і приміської зони, а також Зміївського і Балаклійського районів, перш за все роботи УкрНДІГА ім. О.Н. Соколовського. В них відзначено вплив Зміївської ГРЕС на комплексне забруднення ґрунтів, максимум якого

доводиться на 15-км зону. Зона найбільшого забруднення в цьому районі розташована відповідно до рози вітрів із південного сходу на північний захід і практично накриває заплаву р. Сіверський Донець у цьому районі.

Відзначено також територію поблизу Балаклійського цементно-шиферного комбінату, що характеризується істотним перевищенням вмісту забруднюючих речовин у ґрунті.

Разом з переліченими вище до основних забруднювачів ґрунтів відносяться «Шебелинкагазпром», «Хімпром», ДП ТЕЦ-5, викиди яких забруднюють землі, але зони забруднення ґрунтів по області визначено не повністю.

За даними Державного управління екоресурсів в Харківській області концентрації ряду важких металів у пробах ґрунту в межах м. Харкова, на відстані 50 м від осьової лінії автотрас загальнодержавного значення, санітарнозахисній зоні великих промислових підприємств часто перевищують ГДК. Середній вміст свинцю в ґрунтах області знаходиться на рівні або перевищує ГДК, наближається до ГДК вміст хрому [4].

До погіршення стану ґрунтів приводить несанкціоноване розміщення відходів, випадки забруднення земель нафтопродуктами. У 2022 р. на території області зафіксовані 2 випадки аварійного забруднення земель в наслідок самовільної врізки до конденсатопроводу,

Забруднення ґрунтів є важливою екологічною проблемою, але в зв'язку з її слабою вивченістю та відсутністю матеріалів відповідна тематична карта не була побудована [5].

2.5. Порухення стану природних компонентів

Крім забруднення компонентів навколишнього природного середовища, в результаті впливу на довкілля як природних, так і антропогенних факторів спричиняється порушення стану природних компонентів [7]. Такі порушення становлять загрозу для життєдіяльності населення та викликають суттєве

погіршення екологічної (і господарської) ситуації. До основних таких порушень на території області відносяться такі процеси [6]:

- ✓ еродованість ґрунтів;
- ✓ підтоплення території;
- ✓ зсуви;
- ✓ просадочність ґрунтів.

Еродованість ґрунтів.

Істотну увагу привертає проблема ерозії ґрунтів. Середня еродованість ґрунтів області досягла 42 % та розкидана в інтервалі від 20 % у Зачепилівському районі до 59 % у Дергачівському. Спостерігається еродування орних земель, розташованих на схилах із крутизною до 2°. У Близнюківському і Куп'янському районах на таких схилах еродовано більш третини ріллі. Таким чином, на Харківщині необхідно широке застосування системи протиерозійних заходів шляхом проведення ґрунтоохоронних заходів на агроландшафтах (лісостепова частина) і повсюдного застосування ґрунтоохоронних протиерозійних агротехнологій [38].

У Харківській області має місце невинувато високий ступінь розораності території – 60 % території і 81,8 % сільськогосподарських угідь. Це навіть вище, чим у середньому по країні (56 %), розораність території якої перевищує всі розвинені країни світу. Необхідно негайне скорочення ріллі як мінімум на 10 % насамперед за рахунок виведення з сільськогосподарського обігу крутих схилів та сильно еродованих земельних ділянок, а також розораних земель, що прилягають до водних об'єктів. Проведені в Національному науковому центрі «Інститут ґрунтознавства та агрохімії» ім. О. Н. Соколовського розрахунки показують, що раціональне використання виведених із ріллі земель під природними кормовими угіддями навіть збільшує сумарний вихід сільськогосподарської продукції. Очевидно, що при цьому різко зменшиться ерозійна небезпека ґрунтовому покриву області, поліпшиться гідрологічний і загально-екологічний стан [12]. Необхідно звернути увагу на одну особливість Харківської області. Вона розділяється на дві частини межею

між Лісостепом і Північним Степом, тобто область знаходиться в двох ґрунтово-кліматичних зонах. При цьому розораність степової частини області вище, чим лісостепової [3].

Середнє значення коефіцієнта реалізації екологічної небезпеки (КРЕН), який визначається із співвідношення фактичних ерозійних втрат ґрунту до потенційних, по області дорівнює 0,81. Це означає, що в області фактично реалізована потенційна ерозійна небезпека, обумовлена природними факторами. Ефективність використовуваних протиерозійних заходів дуже низька, в той час як відзначається прискорення ерозійних процесів ґрунтового покриву [38]. Якщо розглядати значення КРЕН по районах, то ситуація виявляється нерівноцінною. У степових районах навіть при порівняно невисокій ерозійній небезпеці вона реалізована більше, ніж на 1, а у Барвенківському і Близнюківському районах КРЕН дорівнює відповідно 2,14 і 2,18 (Додаток А – табл. А1). Це означає, що землеробство цих районів не тільки не захищало ґрунти від ерозії, але і прискорило ерозійні процеси більш ніж у 2 рази. Антропогенний фактор ерозії земель став вирішальним, переважаючим за своїм впливом природні фактори. Сільськогосподарська діяльність людини стала не тільки причиною ерозії, але і головним її фактором [12].

Підтоплення територій.

Підтоплення територій ґрунтовими водами є одним з найбільш шкідливих і небезпечних процесів, який не тільки ускладнює життєдіяльність людей, але й загрожує їх життю. При підтопленні погіршуються санітарно-гігієнічні умови проживання населення, псується житло, інженерні комунікації, ускладнюється експлуатація заглиблених частин будівельних споруд. В умовах підтоплення істотно зменшується врожайність сільськогосподарських культур.

Підтоплення територій і окремих об'єктів має широкий розвиток на території області [7].

До умовно невідтоплюваних територій області віднесені ділянки з високою горизонтальною і вертикальною розчленованістю рельєфу, де виявляється дренажна роль ярово-балкової мережі [31].

Всього в області зареєстровано 460 підтоплених населених пунктів із загальною площею підтоплення близько 6000 га. Особливо схильні до підтоплення м. Харків (3500 га), м. Валки (400 га), м. Ізюм, (200 га), смт. Печеніги (200 га), смт. Первомайськ (144 га), м. Барвенково (134 га), с. Краснопавлівка (120 га).

Найбільш підтопленими за кількістю населених пунктів є такі райони області: Сахновщанський – 59 населених пунктів, Лозівський – 38, Близнюківський – 24, Барвінківський, Борівський та Кегичівський – 19, Кегичівський – 19, Зачепилівський – 18. У решті районів області підтоплення зазнають від 4 до 14 населених пунктів.

У кожному районі є небезпечні населені пункти з великою кількістю підтоплених домоволодінь. Підтоплено території 12 райцентрів: смт. Кегичівка – 1350 домоволодінь, смт. Сахновщина – 600, смт. Барвінкове – 500, смт. Близнюки – 46 і територія районної лікарні, м. Дергачі – 376, м. Куп'янськ – 320, смт. Золочів – 142, смт. Великий Бурлук – 128, м. Красноград – 110, смт. Печеніги – 100, смт. Борова – 68, м. Чугуїв – 20.

У м. Харкові у підтопленому стані знаходиться близько 3500 га забудованих територій. Найбільш небезпечними є райони Основи, Журавлівки. Центрального ринку, заводів «Будкераміка» та «Комсомолец», дамби по пр.Леніна через Саржин Яр, схилів річної долини вздовж вул. Клочківської, Журавлівських схилів та ін.

Підтоплення ґрунтовими водами території м. Харкова та значної кількості населених пунктів області є однією з причин погіршення екологічного і санітарного стану, умов експлуатації житлового фонду та інженерних мереж забудованих територій [5].

За попередніми даними в населених пунктах області є більше 20 ділянок, де існує ситуація, яка загрожує порушенню стійкості будівель та споруджень.

Станом на 2022 р. процесами підтоплення охоплено в області в 357 господарствах 18,8 ти. га ріллі.

Підтоплення являє собою багатofакторний процес. В межах міської і

промислової забудови формування ділянок підтоплення відбувається в результаті дій таких техногенних факторів [9]:

- ✓ витоки води з комунікацій;
- ✓ порушення стоку ґрунтових і поверхневих вод;
- ✓ конденсація вологи поблизу фундаментів і під асфальтним покриттям;
- ✓ накопичення атмосферних опадів у будівельних котлованах і виїмках;
- ✓ налив територій;
- ✓ зниження водовідбору із верхньокрейдового водоносного горизонту;
- ✓ засипання природних дренажів (балок, ярів та вимоїн).

Найчастіше засипання ярів приводить не тільки до підтоплення, але і до розвитку ерозійних і зсувних процесів. Так, підтоплення як фактор активізації зсувних процесів має місце в мм. Чугуєві, Куп'янську, Краснограді, Валках, Первомайську і у багатьох сільських населених пунктах області.

У результаті замулювання річок і відповідного зниження їхньої дренажної спроможності на території області підтоплена велика кількість сільських населених пунктів, розташованих на заплавах і перших надзаплавних терасах, а також значні площі сільськогосподарських угідь. Крім того, природно високі рівні ґрунтових вод мають тенденцію до підвищення через розорання схилів і заплавних ділянок, що різко активізує замулювання річок. Активне замулювання характерно для річок: Уди, Лопань, Берека, Орель і їхніх притоків.

Важливим фактором підтоплення є будівництво ставків і водоймищ, яке проводиться без достатнього інженерно-геологічного обґрунтування і прогнозу. На території області площею 31,4 тис. км² створено біля 1,5 тис. ставків і водоймищ, що в середньому складає один ставок на 21 км².

В останні роки в зв'язку з економічними труднощами збільшуються витрати з інженерних мереж, які несуть воду; на їх ремонт та перекладку кошти не виділяються або виділяються недостатньо. Тому стали визначатися об'єкти і райони, де процеси підтоплення створюють загрозові ситуації зсувів ґрунту, виходу з ладу інженерних комунікацій. В першу чергу – це ділянки у м. Чугуєві

та Чугуївському районі (с. Кочеток), у мм. Первомайський, Куп'янськ, Валки.

Першочерговими об'єктами щодо захисту від підтоплення є такі населені пункти: Кегичівка, Сахновщина, Орілька і Хижняківка Лозівського району, Лиман Зміївського району, Циркуни, Тишки, Борщова, Жовтнєве та Липці Харківського району.

На даний час в Україні відсутня єдина стратегія щодо розв'язання проблеми підтоплення, не розроблені гранично-допустимі водно-екологічні навантаження та програми відновлення дренажної здатності територій сталого підтоплення [5].

Обмеженість коштів або їх неефективне використання, недостатня координація дій різних верств виконавчої влади, неефективність контролю за забудовою і експлуатацією забудованих та промисловорозвинених територій приводять до активізації процесів підтоплення.

Для підтоплення, як і для більшості екзогенних геологічних процесів, має місце правило: легше і дешевше запобігти розвитку процесу, чим ліквідувати його наслідки.

Основними й обов'язковими є профілактичні заходи, до яких відносяться:

- ✓ заборона будівництва ставків без спеціалізованих інженерних вишукувань;
- ✓ виключення або зниження витоків із водоймищ, каналів і ставків;
- ✓ регулювання поливу сільськогосподарських угідь з урахуванням гідрогеологічних особливостей територій і метеоумов;
- ✓ регулювання снігозатримання й організація куп снігу з обліком гідрогеологічної обстановки;
- ✓ виключення або зниження витоків з полів фільтрації, підземних резервуарів, мереж водопроводів, тепломереж і каналізації;
- ✓ запобігання замулюванню рік і водотоків, розчищення і їхнє поглиблення, засипання природних дренажів (балок, ярів і вимоїн);
- ✓ скорочення тривалості затоплення траншей і котлованів атмосферними опадами при веденні будівництва;

✓ регулювання поверхневого стоку, організація і періодичний ремонт мереж зливостоків.

Зсуви.

Досить значні порушення природних комплексів скоюються внаслідок таких поширених на території Харківської області процесів, як зсуви.

В [7] показано, що активними діючими факторами для утворення зсувів є:

- ✓ ліквідація рослинності і необґрунтована оранка схилів;
- ✓ необґрунтований устрій ставків;
- ✓ засипання балок і ярів;
- ✓ підрізка та пригрузка схилів;
- ✓ порушення поверхневого стоку;
- ✓ порушення умов розвантаження першого від поверхні водоносного горизонту;
- ✓ втрати з водоводних мереж і формування техногенного водоносного горизонту;
- ✓ надлишкове поливання.

За даними досліджень основними типами зсувів на території області є зсуви вичавлення та зсуви течії. Основними факторами утворення зсувів є: рельєф (крутизна схилів), геологічна будова, гідрокліматичні особливості (характер і кількість опадів, модуль стоку й ін.) та інженерно-господарська діяльність людини [14].

Ця тематична карта створена на базі фізичної карти області, на яку нанесені місця розміщення та характеристики зсувних ділянок, та наведена оцінка ризику життєдіяльності населення по зсувам, розташованим в межах населених пунктів.

У таблиці А.2 додатку А наведені дані про розподіл зсувних ділянок по адміністративних районах області.

Усього на території області виявлено і картовано 1120 зсувів. Вони віднесені до крутих схилів річкових долин, балок та ярів.

За даними обстеження зсувонебезпечних ділянок у 51 населеному пункті

області, інститутом «УкрНДІНТІЗ» у 2015 році виконана експрес-оцінка ризику життєдіяльності населення на зсувонебезпечних ділянках.

У цілому слід відзначити, що природні фактори в межах населених пунктів є сприятливими для зсувотворення, тому особливу увагу слід зосередити на зменшенні негативних техногенних впливів на геологічне середовище.

Просадні ґрунти.

На території Харківської області практично повсюдно поширені просадні лесоподібні суглинки та супіски, породи, подібні за своїми властивостями до типових лесів, для яких характерна видима неозброєним оком пористість (макроструктура), що обумовлена наявністю коротких тонких, практично вертикальних трубчастих пор-каналців, швидка розмокаємість у воді, відсутність дрібної шаруватості, карбонатність, присутність вапняних стяжін.

Товщі лесових порід складаються з декількох горизонтів, неоднакових за їх віком, причому в більшості випадків ці горизонти розділені похованими ґрунтовими шарами [38]. Породи окремих лесових горизонтів розрізняються за структурною міцністю, тобто за властивостями просадочності.

Лесові ґрунти, достатньо міцні в природних умовах, при зволоженні під дією ваги будинків чи споруд, а іноді й тільки від дії власної ваги дають додаткову деформацію за рахунок зниження їх пористості. Ця деформація зветься просіданням.

Одним з основних інженерно-геологічних завдань при дослідженнях у районах розповсюдження лесів і лесоподібних суглинків є встановлення можливості та ступеню просадочності. Оцінка величини просадочності встановлюється за величиною додаткового осідання при заданому тиску. Ґрунтові умови в залежності від можливості проявлення просідання ґрунту під дією його власної ваги підрозділяються на два типи:

✓ I тип ґрунтових умов за просадочністю, для яких просідання відбувається в основному в межах деформуємої зони основи від навантаження фундаментів чи іншого зовнішнього навантаження, а просідання від власної

ваги ґрунту практично відсутнє чи не перевищує 5 см;

✓ II тип ґрунтових умов за просадочністю, для яких осідання від власної ваги ґрунту перевищує 5 см.

Для Харківської області характерною є перевага ґрунтових умов I типу за просадочністю, а умови II типу зустрічаються на одиничних ділянках.

Просідання в лесових ґрунтах являє собою нерівномірні деформації переважно вертикального характеру, які відбуваються внаслідок суттєвої зміни фізико-механічних властивостей ґрунту під впливом дії вологи в умовах певного напруженого стану. Характер прояву і швидкість розвитку просадних деформацій створює великий вплив на деформації різних конструкцій будинків та споруд. Зволоження основи будівлі може викликати серйозні аварії будинків чи споруд та привести їх до стану повної непридатності для подальшої експлуатації.

Важливою особливістю лесових ґрунтів є переважно вертикальний напрямок пор, що створює умови для надлишкового інфільтраційного живлення та формування локальних водоносних горизонтів типу «верховодка» і навіть підтоплення значних площ у Красноградському, Лозовському, Богодухівському і інших районах області.

Екологічні проблеми при будівництві на просадних ґрунтах полягають у наступному:

- ✓ зниження міцності ґрунтів і активізація зсувних процесів;
- ✓ деформації фундаментів і будівельних конструкцій при замочуванні ґрунтів основ;
- ✓ розриви і розстикування в інженерних мережах, що сприяє збільшенню витоків;
- ✓ затоплення (при витоках з водонесучих мереж) і зниження експлуатаційної придатності підвалів будинків, основи яких ущільнювалися важкими трамбовками;
- ✓ погіршення санітарно-гігієнічних умов при затопленні підвалів.

В населених пунктах Харківської області ці процеси широко

розповсюджені, але їх масштаби та наслідки менш небезпечні, чим у районах із другим типом ґрунтових умов за просадочністю (Запорізька, Дніпропетровська, Миколаївська області).

Даний тематичний розділ було присвячено опису стану компонентів навколишнього природного середовища та тих порушень, які склалася на території Харківської області під впливом антропогенного навантаження на рівень 2017 р. [6].

В даному розділі знайшли своє відображення питання забрудненості компонентів навколишнього природного середовища – атмосферного повітря та поверхневих вод. Також було проведено аналіз радіоактивного забруднення території області. Було висвітлено результати порушення стану деяких природних компонентів. В області отримали широке розповсюдження процеси ерозії ґрунтів, підтоплення окремих територій, зсувні процеси та процеси просадочності ґрунтів [9].

РОЗДІЛ 3

ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ ЗАСОБИ ДЛЯ АНАЛІЗУ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ

3.1. Вибір програмного продукту

У списках ПО, яке працює з просторовою інформацією, легко загубитися. Тому рекомендується почати освоєння цієї галузі з настільних ГІС-додатків [35].

ArcGIS, MapInfo і QGIS це найбільш популярні додатки [10]:

1. **ArcGIS** — від ESRI (США, Сан-Краменто) [17; 28].
2. **MapInfo Pro** від Mapping Information Systems Corporation (США, Нью-Йорк) [19].
3. **QGIS** (Quantum GIS) - вільна кросплатформенна геоінформаційна система [18].

Пакет розроблений фірмою Mapping Information Systems Corporation (США, Нью-Йорк). **MapInfo Pro** надає можливість швидко і непогано редагувати і створювати первинні електронні карти. Але деякі властивості щодо аналізу нас не влаштували.

Суттєвою перевагою **QGIS** є то, що це ПО відкрите, тобто безкоштовне. Непогано те, що це ПО підтримує майже усі основні формати просторових даних. Саме за допомогою цього ПО було конвертовано дані з формату .tab у .shp. ПО цікаве і швидко розвивається, але нас не влаштувало [30].

Об'єктивно, не зважаючи на високу ціну, лінійка ГІС -продуктів компанії ESRI найкраща [10].

Тому було обрано такий програмний продукт фірми ESRI, як **ArcGIS 10.3**. [17].

Вибір програмного продукту для розробки цифрової моделі та аналізу даних, обумовлений наступними факторами [36]:

- ✓ популярність на ринку;

- ✓ досвід застосування в схожих проектах;
- ✓ простота в установці й використанні;
- ✓ широка лінійка інструментів для аналізу.

3.2. Побудова бази геопросторових даних

Визначення структури бази геопросторових даних.

Функціональність бази геоданих реалізується на основі багаторівневої архітектури. Об'єкти бази геоданих зберігаються в рядках таблиць СКБД з ідентифікатором, а їх поведінка задається через прикладну логіку бази геоданих [31].

Ядром бази геоданих є стандартна схема реляційної бази даних [27].

Схема бази геоданих містить визначення, правила цілісності і поводження для кожного з наявних наборів географічних даних. У ній задаються властивості класів об'єктів, топології, мережі, растрові каталоги, відношення, домен та ін [20].

База геоданих – це сховище географічних даних, реалізоване на основі різних реляційних баз даних. Всі елементи бази геоданих керуються через стандартні таблиці СКБД з використанням стандартних типів даних SQL. Нижче представлені деякі структурні елементи бази геоданих, які використовувались при розробці даної кваліфікаційної роботи [21].

Feature dataset – набір класів просторових об'єктів, включає просторові та не просторові об'єкти, а також відношення, які описують взаємозв'язок між об'єктами реального світу.

Feature Class – класи просторових об'єктів, які мають загальну систему координат та характеризуються однаковими атрибутами.

Relationship Class – клас відношень, використовується для зберігання відношень між об'єктами реального світу двох класів.

Table – таблиця, набір рядків, які мають однакові поля. Клас просторових об'єктів – це таблиця, яка має поле shape.

Topology – топологія, правила цілісності даних які визначають поведінку просторово зв'язаних об'єктів.

Toolbox – інструмент геобробки, інструмент для виконання різних операцій з даними, включаючи керування, аналіз і моделювання робочих процесів [11].

Процес створення бази геоданих.

Створюємо порожню базу геоданих в ArcCatalog [32].

На рисунку 3.1 показаний вид вікна ArcCatalog і процес створення бази геоданих (Personal Geodatabase).

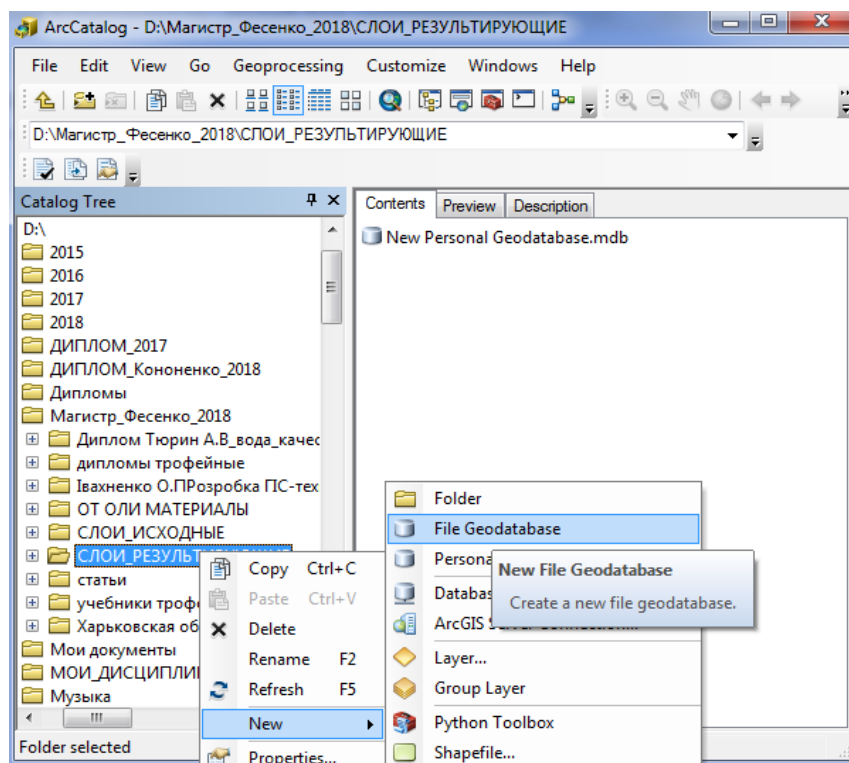


Рисунок 3.1 – Створення бази геоданих (Personal Geodatabase)

Далі необхідно навчитися додавати в неї дані. Для виконання цього завдання можна скористатися набором інструментів To Geodatabase з набору інструментів Conversion Tools. Спробуємо додати його за допомогою утиліти Feature Class To Geodatabase shape-файли в нашу базу геоданих, як показано на рисунку 3.2.

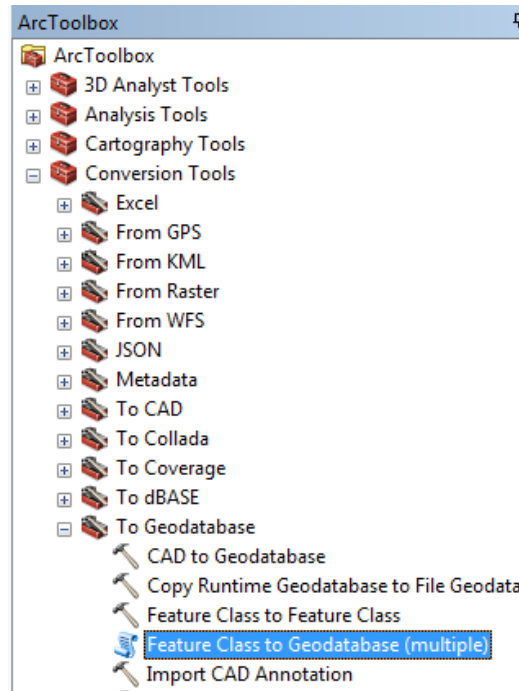


Рисунок 3.2 – Утиліта Feature Class To Geodatabase

Вибираємо вказаний інструмент і бачимо наступну форму (рисунок 3.3):

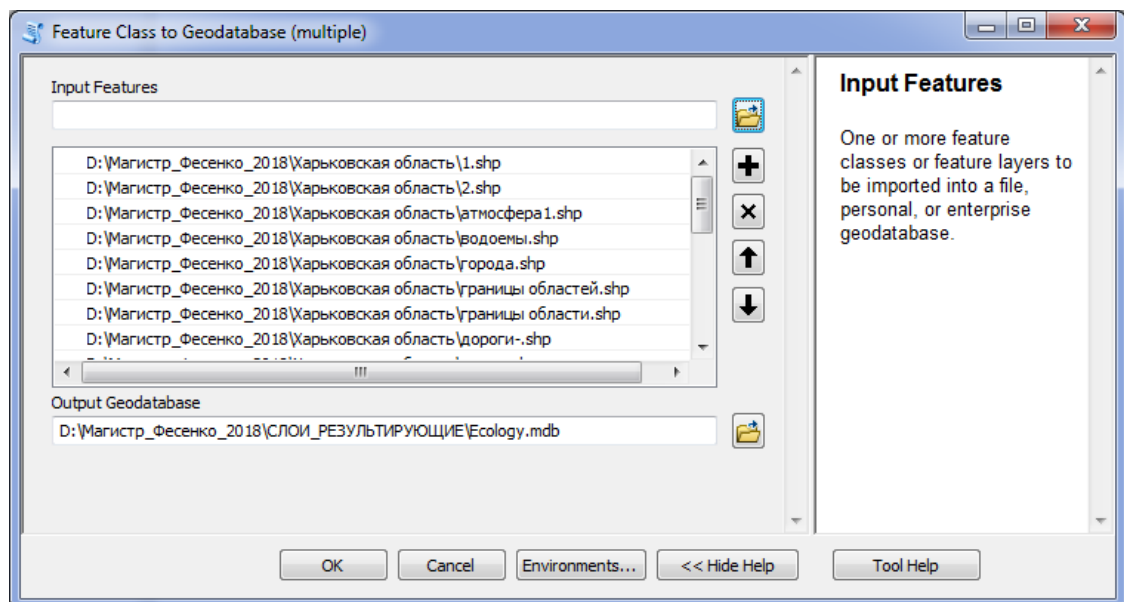


Рисунок 3.3 – Робоче вікно Feature Class To Geodatabase

Після того, як була створена порожня база, створюємо в базі геоданих набір класів об'єктів та клас просторових об'єктів. Далі створюємо додаткові шари.

У ГІС дані є основним чинником, на основі яких створюються інформаційні продукти [23]. У процесі планування, на етапі концептуальної розробки системи, необхідно розглянути вимоги, визначені на більш ранніх етапах, і на їхній основі почати розробку структури просторових даних. У проекті в якості вихідних даних були прийняті плани масштабу 1:50000. Таким чином були сформовані наступні шари [10]:

- ✓ Адміністративні центри;
- ✓ Межі області;
- ✓ Населені пункти;
- ✓ Області;
- ✓ Райони;
- ✓ Населені пункти;
- ✓ Дороги;
- ✓ Шоссе;
- ✓ Залізничні колії;
- ✓ Залізничні станції;
- ✓ Ліса;
- ✓ Ріки;
- ✓ Водохранилища;
- ✓ Водойми;
- ✓ Горизонталі (додаток В).

Створено додаткові шари:

- ✓ Об'єкти забруднення повітря;
- ✓ Точки замірів радіаційного забруднення;
- ✓ Пости замірів стану води (створи);
- ✓ Звалища;
- ✓ Почви;
- ✓ Пестициди;
- ✓ Шар приросту населення.

На рисунку 3.4 наведено склад бази геоданих.

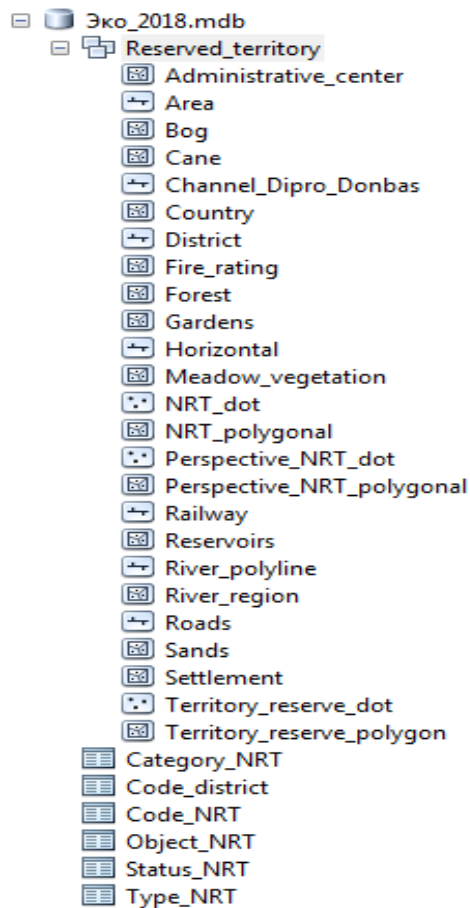


Рисунок 3.4 – Склад бази геоданих

Поля в базі геоданих.

Атрибути можуть виражати різні якості об'єктів. Ось декілька розповсюджених типів атрибутів.

Атрибут може представляти кодоване значення, використовуване в рамках деякої класифікації.

Атрибут може бути описовим текстом, який характеризує просторовий об'єкт або є його назвою.

Атрибут може представляти дійсне числове значення, обмірюване чи обчислене.

Атрибут може представляти цілу кількість.

Атрибут може зберігати унікальний ідентифікатор, що вказує на рядок в іншій таблиці.

найсучасніші ГІС – ArcGIS 10.3 [17]. З цією метою можна застосувати модулі Spatial Analyst, Model Builder та Geostatistical Analyst. Оскільки модуль Geostatistical Analyst дозволяє будувати детерміновані та стохастичні моделі, а також має можливість визначати точність моделі за вихідними натурними даними моніторингу, використання геостатистичних методів у даній роботі є найбільш доцільним [10].

Математико-картографічне моделювання – це процес перетворення вихідних карт до результуючого картографічного інформаційного продукту за допомогою геоінформаційних технологій та математичних перетворень, які орієнтовані на рішення деякої прикладної задачі [16].

Побудова безперервних поверхонь для представлення просторового розподілу конкретних властивостей природних явищ є затребуваним у багатьох дослідженнях.

Geostatistical Analyst – зручний набір геоаналітичних засобів для виявлення особливостей вихідних даних, їхнього аналізу та побудови поверхонь по окремим точковим вихідним значенням безперервного у просторі явища, оцінки достовірності отриманих результатів та їхнього представлення у наглядній для сприйняття формі [18].

Технологія побудови таких поверхонь включає чотири основних етапи [36]:

- ✓ подання вихідних даних;
- ✓ аналіз вихідних даних;
- ✓ підбір та застосування моделі інтерполяції;
- ✓ оцінювання результатів.

Інтерполяція – обчислення проміжних значень якої-небудь величини за деякими відомими її значеннями. Для створення інтерпольованої карти як мінімум необхідний набір точок з даними про їх просторове положення (координати x , y в користувальницькій системі або у вигляді широти/довготи) і кількісне значення параметра (z) у цих точках – висота, тиск, температура, концентрація забруднювача та ін [32].

Існуючі методи інтерполяції можна поділити на дві великі групи – глобальні і локальні. Локальні методи інтерполяції, у свою чергу, поділяються на локальні детерміновані і локальні стохастичні [9].

Глобальні методи інтерполяції одночасно використовують всі наявні дані для виконання прогнозу для всієї даної території, тоді як локальні методи оперують у межах невеликих зон навкруги належних інтерполяції вузлів для того, щоб забезпечити виконання оцінки тільки за даними, розміщеними в безпосередній близькості від точок прогнозу або оцінювання [4].

Глобальні інтерполяції, як правило, використовуються не для безпосередньої інтерполяції, а для дослідження і можливого видалення ефекту глобальних варіацій (тренда), обумовлених зовнішніми чинниками. Після того як глобальні ефекти будуть видалені, відхилення від глобальних варіацій можуть інтерполюватися з використанням локальних методів.

Глобальні методи звичайно прості для обчислення і часто базуються на стандартних статистичних ідеях варіаційного аналізу і регресії. До них відносять [24]:

- ✓ класифікації з використанням зовнішньої інформації;
- ✓ поліноміальну регресію з геометричними координатами;
- ✓ регресійні моделі.

Докладніше про інтерполяцію. У модуль включені наступні методи інтерполяції: Інтерполяція значень з вагою, обернено пропорційною відстані, Сплайн і Крігінг. Кожний з них спирається на певні припущення про те, як точніше обчислити значення осередків. Для найкращої відповідності розрахункових значень реальним в різних випадках слід використовувати різні способи інтерполяції, залежно від того, яке явище відображають значення і як розподілені точки вимірів. Проте при будь-якому методі інтерполяції якість результату прямо пропорційна кількості початкових крапок [25].

Метод обернено зважених відстаней (IDW) заснований на головному принципі географії – чим ближче розташовані об'єкти, тим більше вони схожі. Таким чином, для чарунки, значення якої не зміряно, в межах заданої околиці

(або відстані) вестиметься пошук зміряних значень. Оскільки ближчі значення повинні бути більш схожі, на розрахунок значення чарунки вони зроблять більше впливу, ніж дальні значення. Звідси назва методу – «Вага, обернено пропорційна відстані» – чим більше відстань, тим менше вага значень. Цей процес виконується для кожної чарунки в досліджуваній області [22].

Метод Сплайн (Splin). Метод Сплайн концептуально можна представити як спробу найкращим чином провести гумовий лист через точки, підняті на висоту їх зміряних значень. Критерій розміщення листу полягає у тому, що він повинен пройти через всі точки.

Сплайн розраховує значення осередків на основі математичної функції, що мінімізує кривизну поверхні, обчислюючи найрівнішу поверхню, що точно проходить через всі точки вимірювань. Ідея аналогічна розтягання гумової плівки, так щоб вона проходила через всі точки, при мінімізації кривизни поверхні. Вона розташовується відповідно до математичної функції від заданого числа найближчих точок за умови проходу через всі точки вимірів. Цей метод найбільш зручний для поволі змінних поверхонь, таких, як висота земної поверхні, рівень ґрунтових вод [27].

Метод Крігінг (Kriging). Метод Крігінг – це статистичний метод обчислення кореляції зміряних точок за допомогою варіографії. При розрахунку невідомого значення чарунки найближчим зміряним точкам привласнюється вага, залежна від їх розподілу навколо чарунки, що розраховується, і використовується модель, підібрана за допомогою варіографії.

SpatialAnalyst пропонує два методи крігінга: звичайний (ординарний) і універсальний [26].

Ординарний Крігінг. Ординарний Крігінг – це найзагальніший і широко використовуваний з методів Крігінга. Він заснований на припущенні, що постійне середнє значення невідоме. Це розумне припущення, якщо немає ніякої причини припускати зворотне.

Універсальний Крігінг. Універсальний Крігінг припускає, в даних є тенденція до домінування певних значень (наприклад, пануючий вітер), і його можна змодельовати за допомогою детерміністичної або поліноміальної функції. Цей поліном віднімається з початкових значень вимірювань, і автокореляція моделюється по випадкових помилках. Коли до випадкових помилок підібрана модель, перед обчисленнями поліном додається назад до передбачуваних значень, щоб вийшов осмислений результат [29].

Крігінг схожий на IDW у тому, що він враховує вагу навколишніх зміряних значень для того, щоб визначити розрахункове значення для чарунки, в якій не було даних. Загальна формула для обох інтерполяцій є підсумовуванням даних з урахуванням ваги:

$$\hat{Z}(s_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z(s_i)$$

де $Z(s_i)$ – зміряне значення в чарунці i ;

λ_i – невідома вага зміряного значення чарунки i ;

s_0 – розташування чарунки, для якої обчислюється прогноз;

N – число зміряних значень.

У IDW вага, λ_i , залежить тільки від відстані від оцінюваної чарунки. Проте в Крігінгі вага залежить не тільки від відстані між окремою точкою вимірювання і точкою обчислення, але також від загального просторового розподілу точок вимірів. Для обліку просторового розподілу при призначенні ваги необхідно обчислити автокореляцію. Так, в звичному крігінгє вага, λ_i , залежить від моделі узгодження точок вимірів, відстані до оцінюваної точки і просторового розподілу точок вимірів навколо оцінюваної точки.

У результаті проведеної у розділі роботи було проведено вибір основного програмного продукту, визначено структуру бази геопросторових даних, проведено вибір початкових даних, створено структуру відношень між таблицями, проаналізовано методи побудови інтерполяційного ґрідy.

РОЗДІЛ 4

АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ХАРКІВСЬКИЙ ОБЛАСТІ ЗАСОБАМИ ГІС

4.1 Аналіз забрудненості поверхневих вод у Харківській області засобами ГІС

Етапи аналізу забрудненості поверхневих вод у Харківській області засобами ГІС. Для того, щоб визначити задачу геостатистичного аналізу, необхідно пройти декілька етапів, як показано на рисунку 4.1 .



Рисунок 4.1 – Етапи аналізу забрудненості поверхневих вод у Харківській області засобами ГІС

Вихідними даними було обрано:

1. Нормативні матеріали (розділ 1.2);
2. Дані гідрометеослужби з моніторингу вод річок Харківський області за 2010, 2012, 2014, 2022 роки, (розділ 2.2);
3. Вихідні векторні шари (розділ 3.2).

В результаті обробки вихідних даних було створено шар Пости_ріки (створи). На основі даних гідрометеослужби з моніторингу вод, річок Харківської області за 2010, 2012, 2014, 2022 роки – було побудовано поля коефіцієнту забруднення KZ_2010, KZ_2012, KZ_2014, KZ_2022.

За допомогою ModelBuilder (рис. 4.2) будуюмо модель для інтерполяції значень поля KZ - коефіцієнт забруднення.

ModelBuilder призначений для створення моделей і інструментів моделей. Модель – це послідовність взаємопов'язаних інструментів і даних; результати роботи одного інструмента надходять на вхід іншого. При збереженні моделі вона стає інструментом-моделлю [37].

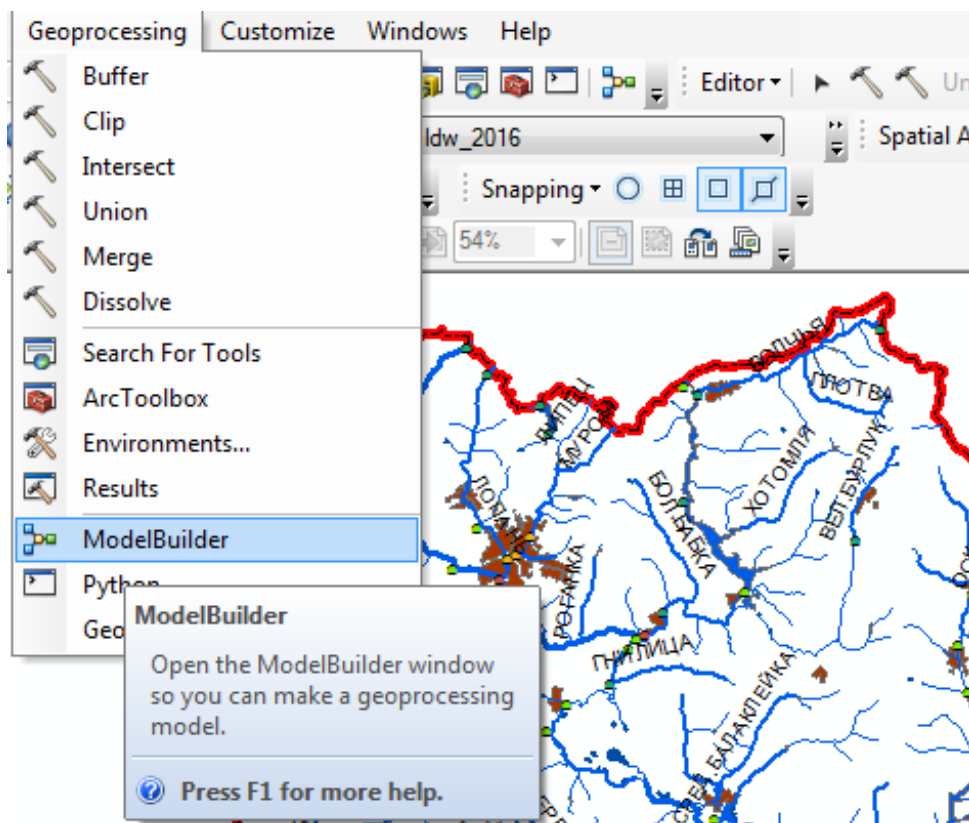


Рисунок 4.2 – Виклик ModelBuilder

Як вихідні дані обрано шар «Пости_ріки (створи)», атрибутивне поле KZ_2010, яке відображає коефіцієнт забруднення водних об'єктів. Зазначений показник розраховано на основі результатів аналізу даних моніторингових спостережень за станом річок Харківської області за 2010 рік. Методика розрахунку коефіцієнта забруднення та особливості використаних показників більш детально висвітлені у розділі 2.2.

Щоб відкрити ModelBuilder, робимо клік на закладці геообробка (Geoprocessing) – ModelBuilder. Щоб додати дані і інструменти на полотно ModelBuilder, перетягнемо їх з вікна Каталог (Catalog) або Пошук (Search) або скористаємося кнопкою Додати (Add) [32].

На початковому етапі до моделі додаються необхідні вхідні дані або інструменти за допомогою команди Add Data or Tools. Зв'язування вхідних даних з інструментами може здійснюватися кількома способами, серед яких найбільш уживаним є використання інструмента Add Connection, що забезпечує коректну інтеграцію елементів у середовищі ModelBuilder. Після встановлення зв'язків між даними та інструментами виконується запуск моделі шляхом натискання кнопки Run. У результаті виконання інструментів формується інтерполяційний растр, який відображає просторовий розподіл рівня забрудненості поверхневих вод на території Харківської області за 2010 рік [9] (додаток В.1).

Аналогічним чином здійснюється побудова інтерполяційних растрів для 2012 (додаток В.2), 2014 (додаток В.3) та 2022 років (додаток В.4), що забезпечує порівнянність отриманих результатів у часовому розрізі. Подальший етап дослідження передбачає аналіз динаміки забрудненості поверхневих вод на території Харківської області у період з 2010 по 2022 роки. Зазначений аналіз виконано шляхом побудови локалізованих діаграм на основі значень атрибутивних полів KZ_2010, KZ_2012, KZ_2014 та KZ_2022, що дало змогу наочно відобразити просторово-часові зміни рівня забруднення водних об'єктів [37] (рис. 4.3, 4.4).

Перекласифікація отриманих даних.

Наступним кроком буде комбінування наборів даних – растрів рівня забрудненості вод на території Харківської області за 2010–2022 рік. Щоб набори можна було комбінувати, вони мають бути класифіковані за однією шкалою.

Для цього необхідно натиснути на стрілці вниз в Spatial Analyst, вибираємо Reclassify (Перекласифікація) рисунок 4.5.

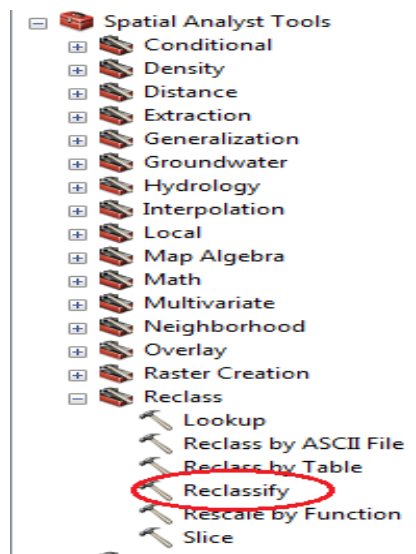


Рисунок 4.5 – Виклик діалогового вікна Reclassify

Після натискання на Reclassify з'являється діалогове вікно Reclassify (рисунок 4.6).

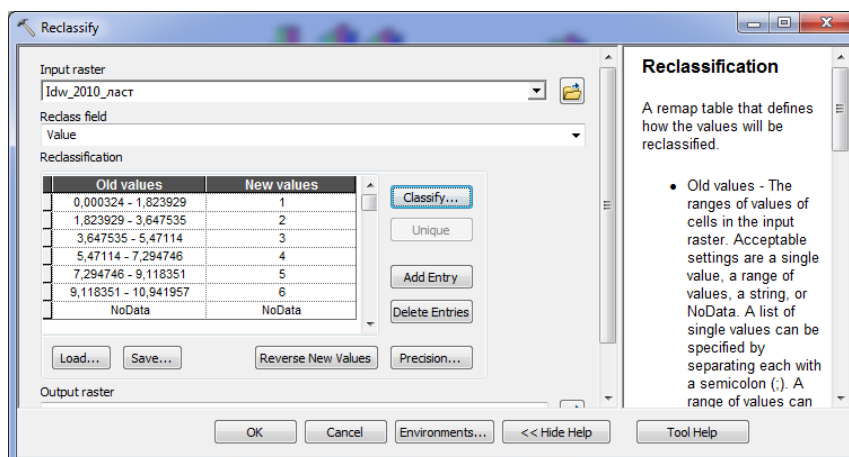


Рисунок 4.6 – Діалогове вікно Reclassify

Ми перекласифікуємо кожен набір даних за загальною шкалою з діапазоном значень 1–6.

Клікаємо на кнопці класифікувати (Classify), після чого з'являється діалогове вікно Classification (Рисунок 4.7).

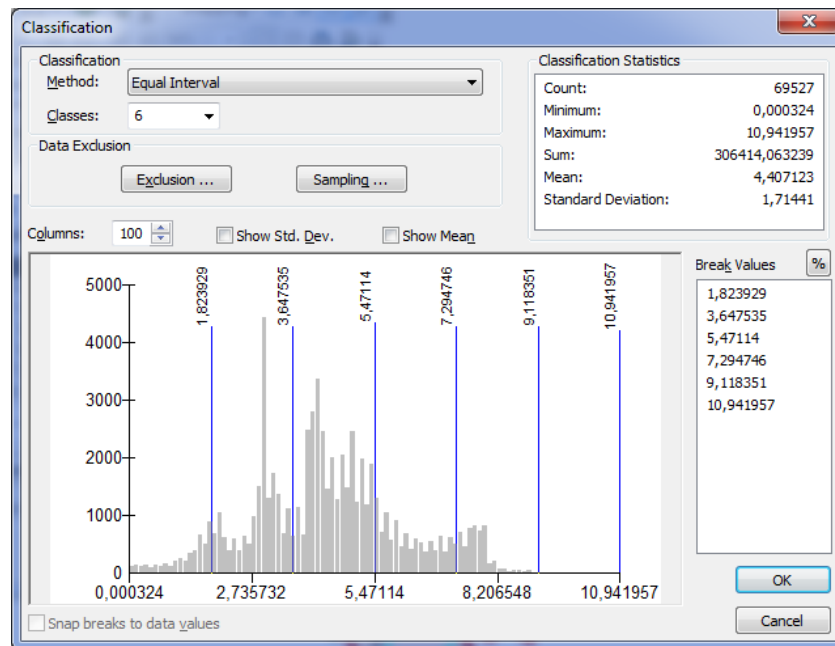


Рисунок 4.7 – Діалогове вікно Classification

Клікнемо на стрілці вниз у вікні Метод (Method) та виберемо метод Рівні інтервали (Equal Interval). Клікаємо у вікні Кількість класів (Classes) та вибираємо 6. Нажимаємо ОК.

Ми хочемо перекласифікувати шар растру рівня забрудненості вод на території Харківської області за 2010 рік.

Вихідний перекласифікований шар рівня забрудненості вод буде добавлений до сеансу ArcMap [32], як новий шар (додаток Г.1).

Аналогічні дії виконуються для інших шарів (додатки Г.2–Г.3).

Створення підсумкового растра.

З набору інструментів Spatial Analyst обираємо методи багатоваріантного аналізу (Multivariate). Вибираємо метод Головних компонентів (Principal

Components). Шукаємо вказаний метод в наборі інструментів Spatial Analyst> Multivariate> Principal Components.

Запускаємо, бачимо вікно Principal Components (рисунок 4.8).

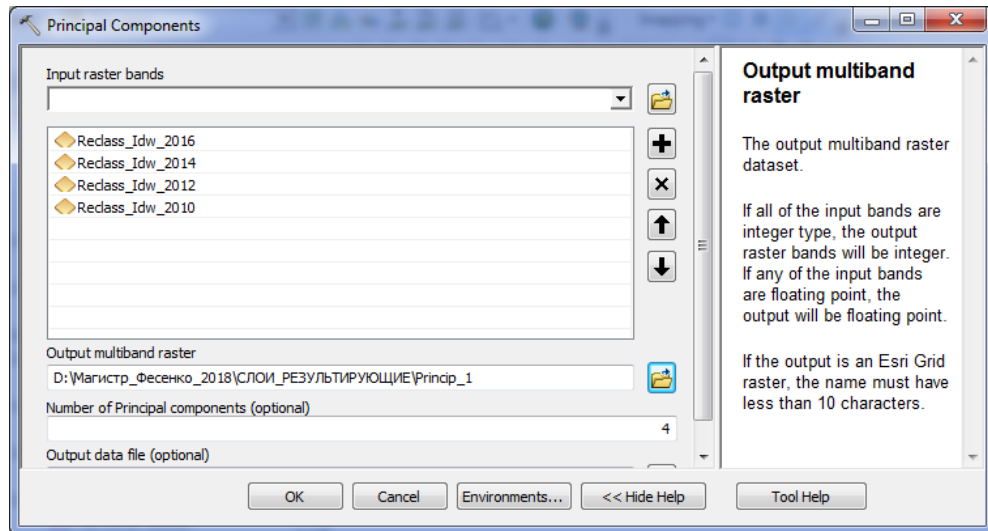


Рисунок 4.8 – Вікно методу багатоваріантного аналізу Головних компонент (Principal Components)

Добавляємо до сеансу Principal Components вихідні перекласифіковані шари рівня забрудненості вод. У підсумку отримуємо модель, представлену на рисунку 4.9.

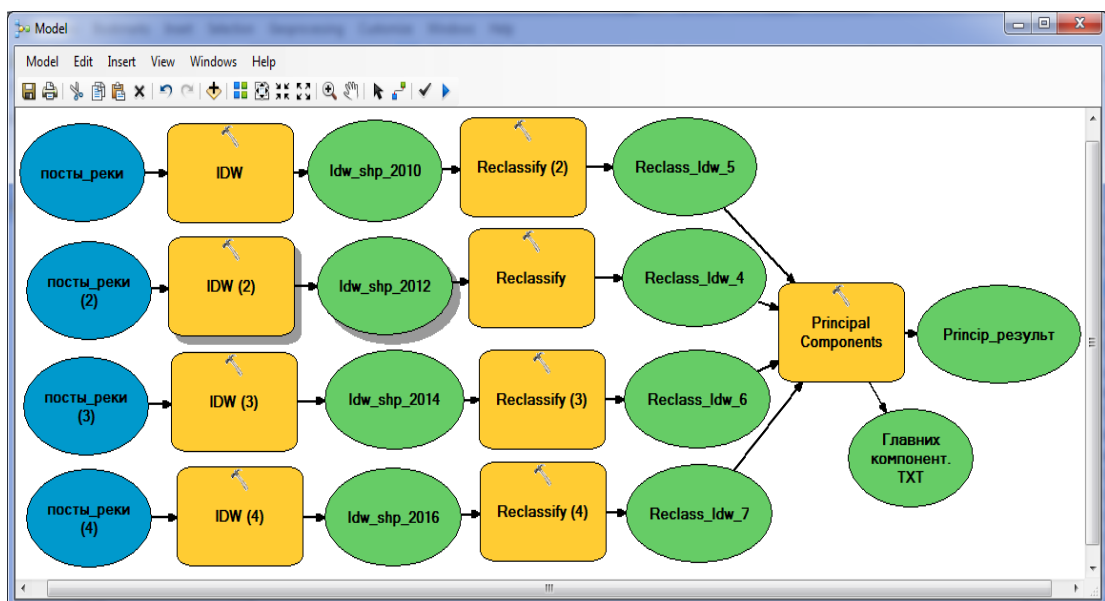


Рисунок 4.9 – Модель аналізу забрудненості поверхневих вод у ModelBuilder

Запускаємо модель. Після роботи моделі отримуємо набір даних вихідного растру, який вказує, які ділянки найбільш забруднені – більш темні ділянки, чим світліші ділянки, тим менше забруднення (рисунок 4.10).

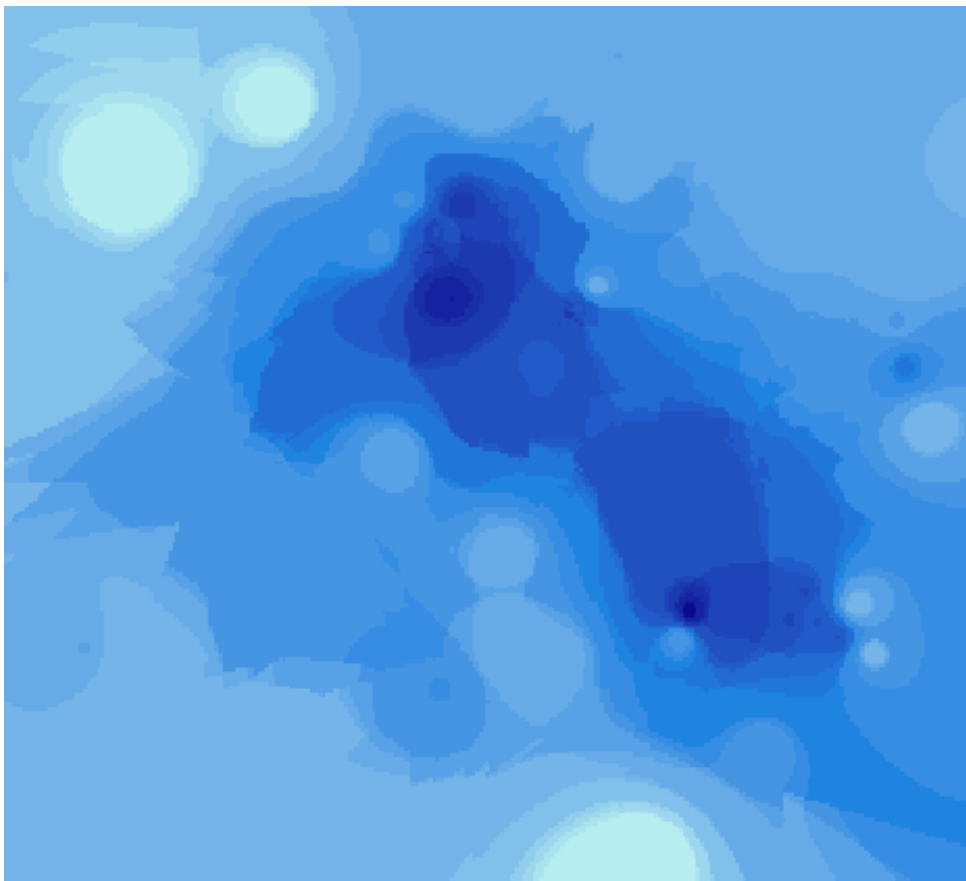


Рисунок 4.10 – Вихідний растр рівня забрудненості вод

4.2 Аналіз радіоактивного забруднення у Харківській області засобами ГІС

Для того, щоб визначити задачу геостатистичного аналізу, необхідно пройти декілька етапів, як показано на рисунку 4.1.

Вихідними даними було обрано:

1. Нормативні матеріали (розділ 2.3).
2. Дані моніторингу радіаційної обстановки Харківській області та з стаціонарних постів м. Харків за 2022 рік (розділ 2.3).
3. Вихідні векторні шари (розділ 3.2).

Також в результаті обробки вихідних даних було створено шар «Точки Радіації». В даному проєкті шляхом векторизації одержано векторний шар, структура таблиці атрибутів міститься у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Векторний шар «Точки Радіації»

Назва шару	Аліас шару	Тип шару	Кількість об'єктів
Tochkiradiki	Точки Радіації	Point	18

Векторний шар «Точки Радіації» і його таблиця атрибутів представлені відповідно на рисунках 4.11–4.12.

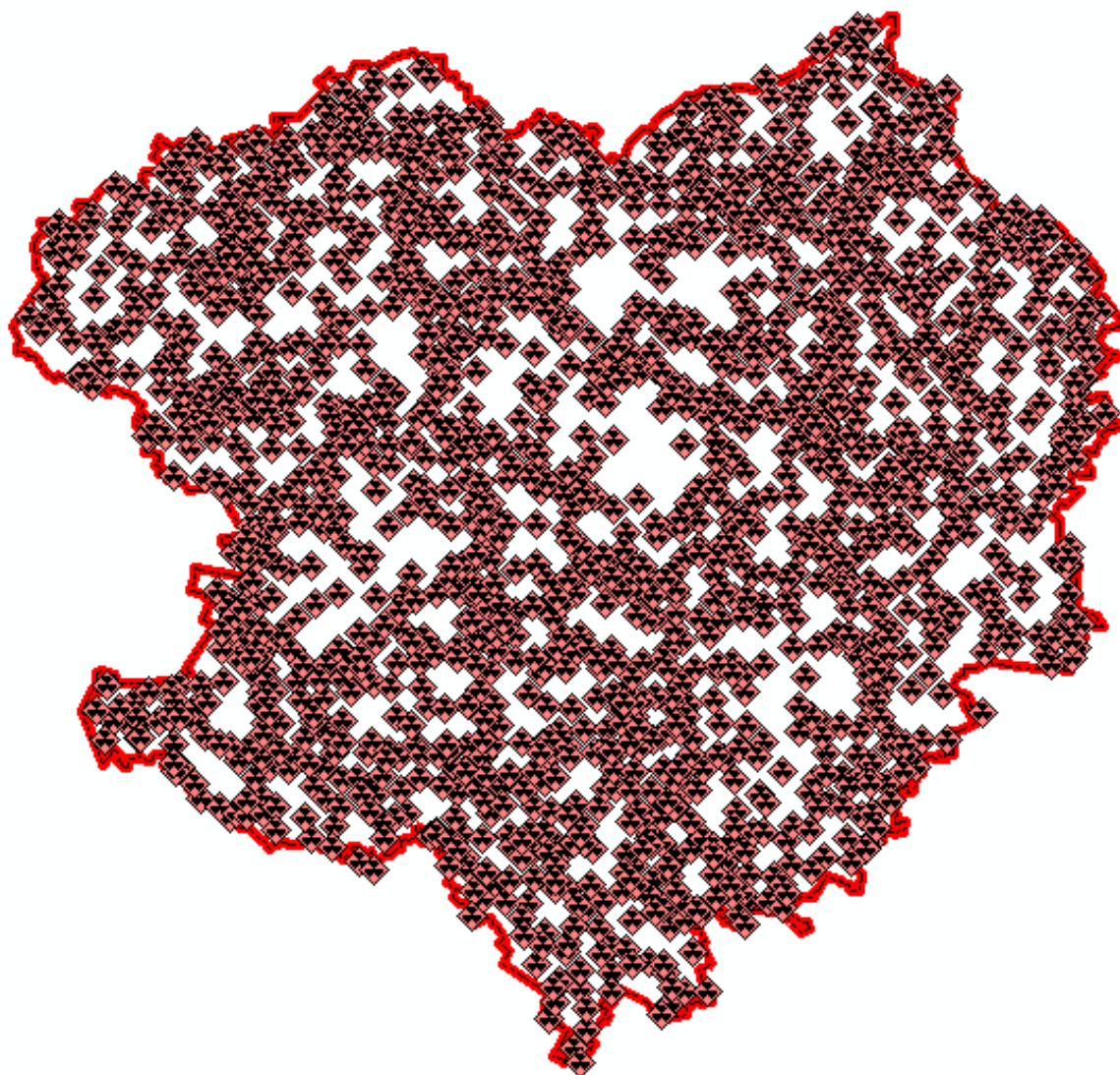


Рисунок 4.11 – Шар «Точки Радіації»

Tochki radiki				
	FID	Shape *	Id	МкР Ч
▶	0	Point	0	14
	1	Point	0	31
	2	Point	0	18
	3	Point	0	39
	4	Point	0	22
	5	Point	0	24
	6	Point	0	22
	7	Point	0	33
	8	Point	0	18
	9	Point	0	27
	10	Point	0	20
	11	Point	0	12
	12	Point	0	12
	13	Point	0	35
	14	Point	0	21
	15	Point	0	31
	16	Point	0	34
	17	Point	0	21

Рисунок 4.12 – Таблиця атрибутів шару «Точки Радіації»

За допомогою ModelBuilder (рис. 4.13) будемо моделі для інтерполяції значень поля МкР/ч.

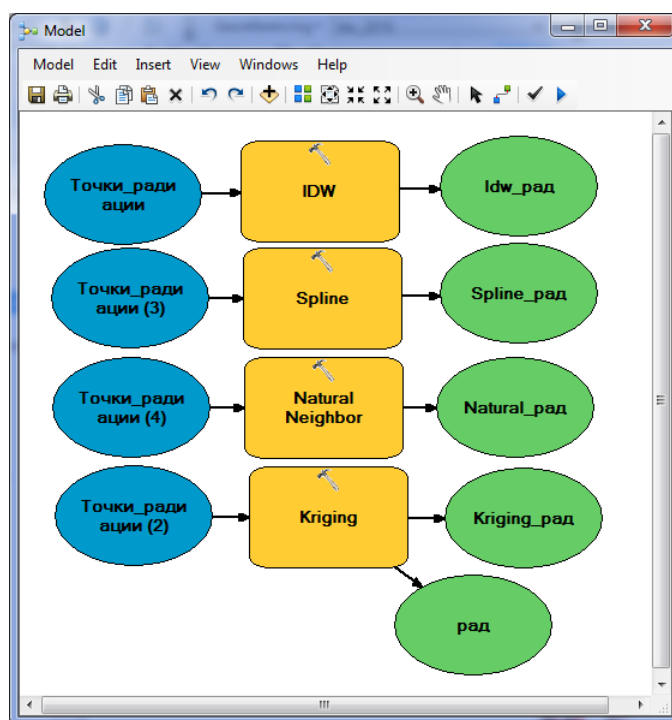


Рисунок 4.13 – Моделі ModelBuilder для інтерполяції значень поля МкР/ч

Використовуємо наступні методи:

- ✓ Метод обернено зважених відстаней (IDW);
- ✓ Метод Сплайн (Splin);
- ✓ Метод Крігінг (Kriging);
- ✓ Метод Природна околиця (Natural Neighbor).

Результати представлено у додатку Д.

Кожен з інтерполяційних методів має право на життя, але найкращій результат показав , на наш погляд метод обернено зважених відстаней (IDW), найгірший – метод Сплайн (Splin).

4.3 Аналіз деградації ґрунтів засобами ГІС

Для аналізу деградації ґрунтів було побудовано наступні шари [38]:

- ✓ Звалища (точковий);
- ✓ Ґрунти добрива (полігональний);
- ✓ Ґрунти гумус (полігональний);
- ✓ Ґрунти вторічне забруднення (полігональний).

Для аналізу останні шари було конвертовано у точкові.

Для виконання аналізу деградації ґрунтів необхідно використовувати точковий шар даних. Оскільки вихідна інформація представлена у вигляді полігонального шару, виникає потреба в його попередньому перетворенні у точковий формат. З цією метою через стандартну панель інструментів ArcMap [32] викликається модуль ArcToolbox, після чого обирається інструмент Feature → Feature To Point, призначений для конвертації векторних полігональних об'єктів у точкові. У результаті виконання даної операції формується точковий шар, придатний для подальшого просторового аналізу [30] (рис. 4.14).

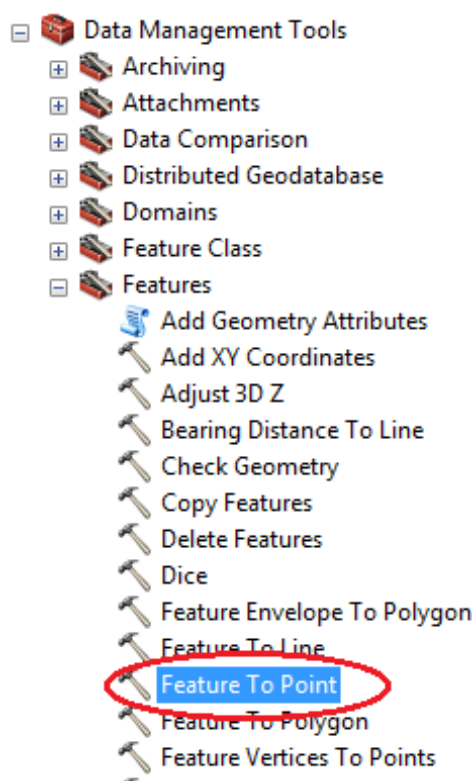


Рисунок 4.14 – Вікно модулю ArcToolbox

Для того щоб конвертувати із полігональних об'єктів в точкові необхідно натиснути на Ок у вікні Feature To Point, використовуючи дану функцію конвертуємо полігональні об'єкти в точкові (Рисунок 4.15).

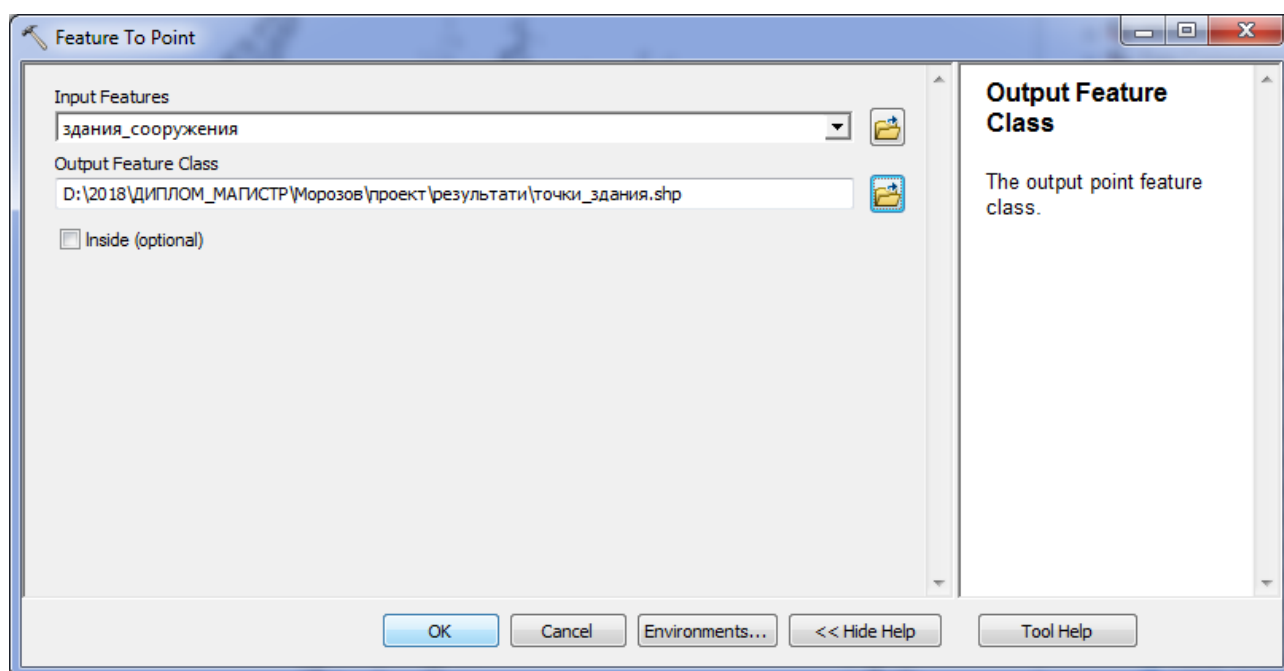


Рисунок 4.15 – Діалогове вікно Feature To Point

Результуючий шар Грунти вторичне забруднення представлено на рисунку 4.16.

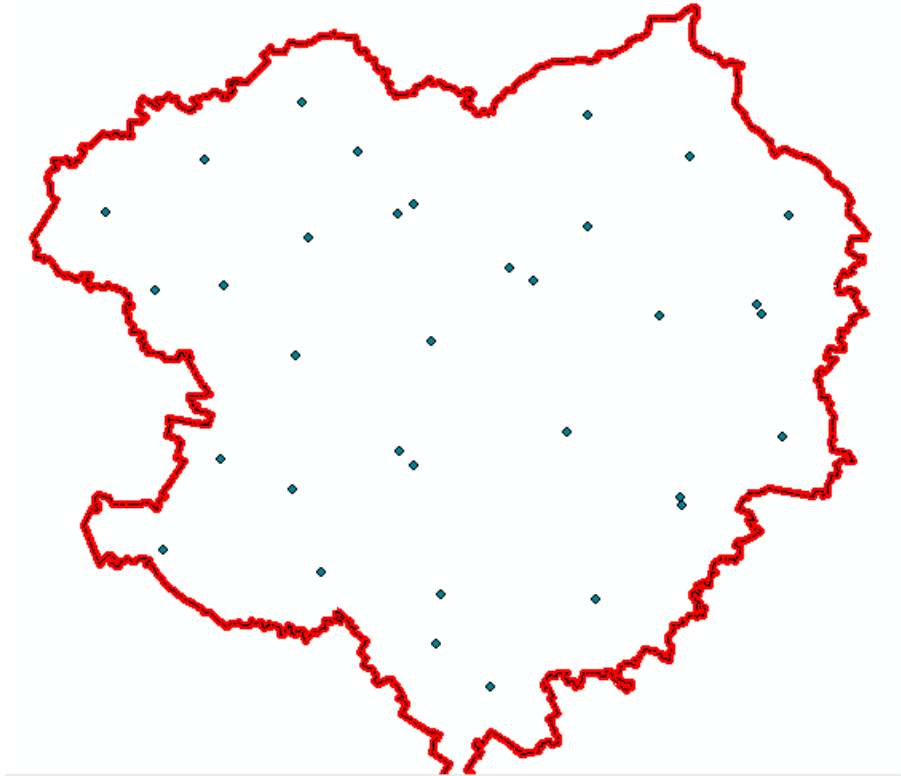


Рисунок 4.16 – Точковий шар Грунти вторичне забруднення

Тепер ми маємо чотири точкових шари і можемо йти далі. Інтерполіруємо растри по тій само схемі, як і раніше. Результати показано у додатку Е.

Далі перекласифікуємо растри. Єдине, що стоїть відмітити, що при перекласифікації потрібно приділити увагу на присвоєння нових значень. Для гумусу ми присвоюємо коефіцієнти від «меншого до меншого», так як чим більше гумусу, тим краще. А щодо забруднення та звалищ – навпаки. Результати показано у додатку Ж.

Присвоєння вагових коефіцієнтів та з'єднання наборів даних. Після застосування до наборів даних загальної шкали, в якій більш високе значення відповідає більш придатним позиціям, ми можемо приступити до комбінування наборів даних для подальшого аналізу. Ми присвоюємо наборам даних вагу-процент їхнього впливу на результат аналізу. Чим вище ваговий коефіцієнт,

тим більший вплив здійснить цей набір даних на модель природності. В сумі коефіцієнт не повинен перевищити одиницю.

Ми назначаємо шарам наступні вагові коефіцієнти:

- ✓ Звалища (точковий) 0,2 (20 %);
- ✓ Ґрунти добрива (полігональний) 0,1 (10 %);
- ✓ Ґрунти гумус (полігональний) 0,2 (20 %);
- ✓ Ґрунти вторинне забруднення (полігональний) 0,5 (50 %).

Кожний відсоток ділиться на 100 для нормалізації значення.

4.4. Аналіз забруднення атмосфери засобами ГІС

Для аналізу забруднення атмосфери було побудовано шар атмосфера (полігональний) (додаток 3.).

Для того щоб конвертувати із полігональних об'єктів в точкові необхідно натиснути на Ок у вікні Feature To Point, використовуючи дану функцію конвертуємо полігональні об'єкти в точкові.

Аналогічно попереднім розділам виконуємо розрахунки для точкового шару атмосфера.

Результат показано у додатку І.

4.5. З'єднання підсумкових наборів наборів даних

Для того, щоб закінчити дослідження, потрібно скласти усі результуючі растри. Повторюємо процедуру за допомогою калькулятора растрів (рисунок 4.).

Результат показано у додатку К.

Але результат нас не влаштовує. Для більш інформативного вигляду, а також для подальшого аналізу потрібно створений результуючий растр перетворити у векторний шар.

Для цього скористаємося функцію «Растр у полігони» і отримуємо вектор з полігонами (додаток Л.). Далі можна розраховувати площу полігонів, після чого визначити основні небезпечні зони, що підлягають додатковому моніторингу.

Для цього за допомогою інструменту вибрати створюємо виборку, вибираємо основні небезпечні зони по полю GRIDCODE, які більші, або дорівнюють 14.

Результат показано у додатку М.

По результатах можна побачити, що 74 зони з 611 створених є екологічно небезпечними і підлягають додатковому моніторингу.

У результаті проведеної у розділі роботи було проведено багатокрітеріальне дослідження екологічного стану районів Харківської області засобами геоінформаційних технологій, наочно показано можливість сучасного програмного ГІС-забезпечення [16].

ВИСНОВКИ

1. У результаті проведеного комплексного аналізу та багатофакторного дослідження екологічного стану Харківської області встановлено, що рівень антропогенного навантаження та екологічного забруднення на території регіону є суттєвим і характеризується стабільною просторово-часовою варіативністю. Виконане дослідження показало, що більшість промислово активних та урбанізованих територій області перебувають під значним впливом різних типів забруднення, включаючи хімічне, фізичне та біологічне, що створює комплексний екологічний тиск на водні, земельні та атмосферні ресурси регіону.

2. Отримані результати свідчать про наявність чітко виражених зон підвищеного рівня екологічної небезпеки, які потребують посиленого контролю, систематичного моніторингу та впровадження спеціалізованих природоохоронних заходів із урахуванням локальних екологічних та соціально-економічних особливостей територій. Виявлені осередки забруднення просторово локалізовані, що дозволяє виділити пріоритетні напрямки подальшого спостереження та управлінських рішень у сфері охорони довкілля, а також планування превентивних заходів для запобігання подальшого погіршення стану екосистем.

3. Запропонована та апробована аналітична інформаційна система дослідження екологічного стану Харківської області підтвердила свою ефективність як сучасний інструмент підтримки прийняття управлінських рішень. Використання цієї системи забезпечує високий рівень обґрунтованості та оперативності ухвалення рішень у сфері екологічної безпеки, оскільки дозволяє інтегрувати та обробляти великі обсяги різномірної інформації: дані моніторингу водних та земельних ресурсів, показники атмосферного забруднення, інформацію про промислові об'єкти та інші екологічно значущі параметри.

4. Застосування геоінформаційних технологій значно розширює

аналітичні можливості дослідження, оскільки фахівець отримує не розрізнені або хаотично розташовані дані, а структуровану, просторово впорядковану інформацію щодо будь-якого об'єкта або території. Такий підхід дозволяє одночасно оцінювати динаміку забруднення, виявляти тенденції змін стану природних ресурсів та прогнозувати можливі ризики, що створює основу для науково обґрунтованого управління регіональними екологічними системами.

5. Крім того, створена система дозволяє формувати цілісне та комплексне уявлення про сучасний стан екології Харківської області, що включає не лише рівень забруднення окремих компонентів навколишнього середовища, а й просторово-часові закономірності його змін. Це відкриває можливості для оцінки ефективності проведених заходів з охорони природи, прогнозування потенційних ризиків для населення та природних екосистем, а також планування довгострокових регіональних програм екологічної стабілізації та сталого розвитку.

6. Таким чином, результати виконаного дослідження не лише дозволяють визначити локалізацію та інтенсивність екологічного забруднення, а й створюють науково обґрунтовану основу для прийняття управлінських рішень, планування моніторингових програм і реалізації природоохоронних заходів на рівні регіону. Впровадження таких систем у практику екологічного моніторингу сприяє підвищенню екологічної безпеки Харківської області, ефективному використанню природних ресурсів та забезпеченню сталого розвитку територій у довгостроковій перспективі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Конституція України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254к/96-вр#Text> (дата звернення: 05.09.2025).
2. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text> (дата звернення: 15.09.2025).
3. Харківська область. *Харків*: веб-сайт. URL: <https://www.kharkov.ua> (дата звернення: 22.09.2025).
4. «Про затвердження переліку та меж територій, які резервуються для організації зон лікування, відпочинку і туризму в області». Рішення Харківського облвиконкому від 16.01.1978 № 22.
5. Макаровський Є. Л., Соловйов О. В., Клімов О. В., Ієвлева О. Ю. та ін. Екологічний атлас Харківської області: Харків: РА «ІПІС». 2006. 74 с.
6. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2024 році. URL: <https://kharkivoda.gov.ua/oblasna-derzhavna-administratsiya/struktura-administratsiyi/strukturni-pidrozdili/486/491/3582/132901> (дата звернення: 02.10.2025).
7. Національний кадастр антропогенних викидів із джерел та абсорбції поглиначами парникових газів в Україні за 1990-2015 рр. URL: http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/10116.php (дата звернення: 14.10.2025).
8. Звіт щодо результатів попереднього розгляду Національного кадастру антропогенних викидів із джерел та абсорбції поглиначами парникових газів в Україні за 1990-2015 рр., з урахуванням коментарів української Сторони, розміщено 10.07.2017 р. на офіційному веб-сайті Секретаріату РКЗК ООН. URL: http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/10116.php (дата звернення: 29.10.2025).

9. Мокін В. Б., Боцула М. П., Горячов Г. В., Давиденко О. В., Катасонов А. І., Ящолт А. Р. Компютеризовані регіональні системи державного моніторингу поверхневих вод: моделі, алгоритми, програми. Вінниця: «УНІВЕРСАМ-Вінниця». 2005. 310 с.

10. Шипулін В. Д., Кучеренко Є. І. Планування і управління ГІС-проектами: навчальний посібник. Харків: ХНАМГ, ХНУРЕ. 2009. 158 с. URL: https://eprints.kname.edu.ua/13531/1/GIS_Planing_text_A5.pdf (дата звернення: 26.11.2025).

11. Lambin E. F. and Meyfroidt P. Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2011. №. 108 (9). pp. 3465–3472.

12. Третяк А. М., Третяк В. М. Теоретичні засади розвитку сучасної системи землекористування в Україні. *Агросвіт*. 2021. № 1–2. С. 3–11.

13. Третяк А. М., Третяк В. М., Третяк Н. А. Земельна реформа в Україні: тенденції та наслідки у контексті якості життя і безпеки населення; під заг. ред. А. М. Третяка. Херсон: Грінь Д. С., 2017. 522 с.

14. Lal R. Food security in a changing climate. *Ecohydrology and Hydrobiology*. 2013. №. 13. pp. 8–21.

15. Закон України «Про землеустрій» (редакція від 22 травня 2003 р. 1817-VIII). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/858-15#Text> (дата звернення: 01.12.2025).

16. Бабенко О. А. Застосування геоінформаційних систем в управлінні земельними ресурсами. *Часопис картографії*. Київ. 2017. С. 18–27.

17. Introducing ArcGIS Pro [Електроний ресурс]. Режим доступу <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/get-started/introducing-arcgis-pro.htm> (дата звернення: 12.12.2025).

18. Косенко Ю. Ю. Застосування сучасних геоінформаційних технологій у розвитку екологічного туризму. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Географічні науки*. 2018. № 9. С. 233–238. URL:

<https://gj.journal.kspu.edu/index.php/gj/article/view/231/225> (дата звернення: 08.01.2026).

19. Lepetiuk V. B. The GIS technologies' products for increasing the tourist attractiveness of the destination (on the example of Chernigiv region). *Geodesy, cartography and aerial photography*. 2022. Vol. 92. P. 55–67. URL: <https://doi.org/10.23939/istecap2022.92.055> (дата звернення: 17.01.2026).

20. Shevchuk S. M., Laslo O. O., Onipko V. V. Geoinformation monitoring of the tourist industry potential of the territory. *Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference*. Osaka, Japan. 2023. P. 124–128. URL: <https://isg-konf.com/scientific-directions-of-research-in-educational-activity/> (дата звернення: 09.02.2026).

21. Сопов Д. С., Кирпичова І. В., Мацай Н. Ю., Чередниченко І. В., Сопова Н. В., Винограденко С. О. Садовий І. І. Використання онлайн-інструментів ГІС для аналізу природних рекреаційних ресурсів. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*. 2024. № 1(52). Т. 1. С. 59–64. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.1-52.1.8> (дата звернення: 21.02.2026).

22. Майкл де Мерс. Географічні інформаційні системи. Київ: *Світанок*. 2018. С. 22–34.

23. А. Н. Авдулов, А. М. Кулькін. Класифікація інформаційних технологій. Київ: *Грант проект*. 2016. С. 3–12.

24. ГІС-технології в освіті та науці (GIS technology in education and science). URL: <https://geo.karazin.ua/gis-technology-in-education-and-science/> (дата звернення: 28.02.2026).

25. Солярчук Д. І. Геоінформаційні системи і технології в прогнозуванні використання та охорони земель. *Міжнародний науково-практичний форум «Екологічні, технологічні та соціально-технічні бази АПК»*, 17–18 вересня 2008 р. Львів : Львівський національний аграрний університет. 2008. С. 505–508.

26. Сохнич А. Я., Богіра М. С., Козаченко Л. М. Використання геоінформаційних технологій для моніторингу земель. *Вісник Львівського державного аграрного університету: землевпорядкування і земельний кадастр*. 2007. № 10. С. 299–303.

27. Ступень М. Г., Курильців Р. М., Таратула Р. Б. Застосування ГІС–технологій у сфері земельного кадастру та землеустрою. *Землевпорядний вісник*. 2009. № 11. С. 45–47.

28. ArcGIS Online. URL: <http://www.arcgis.com/home> (дата звернення: 14.03.2026).

29. Кошкалда І. В., Домбровська О. А., Сопов Д. С., Бутов А. М. Геоінформаційні технології у галузевих кадастрах: напрями розвитку. *Український журнал прикладної економіки та техніки*. 2021. Том 6. № 4. С. 249–258. DOI: <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2021-4-30> (дата звернення: 26.03.2026).

30. Arcview GIS. Посібник користувача: Навчальний посібник. [Текст]: навчальний посібник / під. ред. А. А.Сидоров. К.: КПУ, географічний факультет, 2018. 44 с.

31. І. І. Попов, П. Б. Храмцов, Н. В. Максимов. Введення в мережеві інформаційні ресурси і технології [Текст] / Попов І. І., Храмцов П. Б., Максимов Н. В. Київ: КПІ. 2001. 207 с.

32. Migrating from ArcView GIS Network Analyst. URL: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/extensions/network-analyst/migrating-from-arcview-gis-network-analyst.htm> (дата звернення: 14.04.2026).

33. Головне управління Держгеокадастру у Харківській області. URL: <https://kharkivska.land.gov.ua>

34. Закони як джерела земельного права. *Підручники онлайн: веб-сайт*. URL: <http://textbooks.net.ua/content/view/1173/18/> (дата звернення: 19.04.2026).

35. Buzina I. M., Khainus D. D., Sopova N. V., Sopov D. S., Cherednychenko I. V., Havriushenko H. V. Construction of a digital relief model of the dendrology

park using GIS technologies. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*. 2025. № 1(58). С. 27–32. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2025.eco.1-58.5> (дата звернення: 25.04.2026).

36. Serhii Mohylnyi, Dmytro Khainus, Nadiia Sopova, Dmytro Sopov, Denys Makieiev. Use of geodesic methods and GIS technologies in monitoring of poly protective forest strips. *EarthDoc. Online Geoscience Database*. P. 1–5. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023510074> (дата звернення: 05.05.2026).

37. Dmytro Sopov, Iryna Kyrpychova, Valeriia Usenko, Daryna Lobok, Nadiia Sopova. Analysis of the natural recreation resources of the national nature park «Male Polysya» using GIS technologies. *EarthDoc. Online Geoscience Database*. P. 1–5. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023510090> (дата звернення: 12.05.2026).

38. Trokhymenko G., Litvak S., Litvak O., Andreeva A., Rabich O., Chumak L., Nalysko M., Troshyn M., Komarysta B., Sopov D. Assessment of iron and heavy metals accumulation in the soils of the combat zone. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. vol. 5. № 10 (125). 2023. P. 6–16. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.289289> (дата звернення: 27.05.2026).

ДОДАТКИ

Таблиця А.1 – Збитки від ерозії ґрунтового покриву Харківської області

№ п/п	Адміністративні райони	Розораність території, %	Ступінь еродованості ріллі, %	Ймовірний змив 10 % забезпеченості, т/га за рік	Річний змив ґрунтів, т/га	КРЕН	Ступінь ерозійної небезпеки
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Балаклійський	56,5	41,9	25,6	21,5	0,84	3
2.	Барвінківський	66,4	43,8	11,8	25,3	2,14	1
3.	Близнюківський	73,5	43,8	11	24,0	2,18	1
4.	Богодухівський	61	34,9	35,6	15,7	0,44	3
5.	Борівський	71,7	39,9	18,4	21,2	1,15	2
6.	Валківський	59,4	44,9	23,6	19,6	0,83	3
7.	Великобурлуцький	63,2	44,1	23,8	28,8	1,21	3
8.	Вовчанський	55,7	42,5	24,8	19,6	0,79	3
9.	Двурічанський	58,9	54,4	24,9	24,9	1	3
10.	Дергачівський	46,8	58,7	38,2	25,6	0,67	3
11.	Зачепилівський	67,4	20,2	15	10,4	0,69	1
12.	Зміївський	38,3	38,8	49,6	17,9	0,36	4
13.	Золочівський	64,1	52,8	29,9	23,3	0,78	3
14.	Ізюмський	46,1	51,9	21,8	12,9	0,59	3
15.	Кегичівський	65,8	26,1	12	13,6	1,13	1
16.	Красноградський	64,6	32,9	16,2	14,7	0,91	2

17.	Краснокутський	66,7	29,7	21,2	13,6	0,64	2
18.	Куп'янський	58,5	57,3	39,6	28,1	0,71	3
19.	Лозівський	70,9	36,5	14,2	19,2	1,35	1
20.	Ново-Водолазький	59,4	43,8	34,4	19,6	0,57	3
21.	Первомайський	71,9	38,7	12,6	20,8	1,65	1
22.	Сахновщинський	71	35,9	11,4	20,7	1,82	1
23.	Харківський	51,2	45,2	27,2	18,0	0,66	3
24.	Чугуївський	54,6	41,1	26,6	18,4	0,69	3
25.	Шевченківський	67,8	41,8	31,6	19,9	0,63	3

*Таблиця А.2 – Розподіл зсувних ділянок по адміністративних районах
Харківської області і місту Харкову*

№ № п/ п	Район	Енергія рельєфу (м)	Кількість зсувних ділянок					
			Всього			У тому числі активних		
			одиниць	% від загальної кількості	на 100 км ² площі району	одиниць	% від загальної кількості	на 100 км ² площі району
1.	Балаклійський	137,5	111	10,1	5,6	37	8,8	1,9
2.	Барвіківський	175,0	51	4,6	3,7	16	3,8	1,2
3.	Близнюківський	116,0	7	0,6	0,5	0	0	0
4.	Богодухівський	84,0	10	0,9	0,9	5	1,2	0,4
5.	Борівський	130,5	19	1,7	1,9	7	1,7	0,8
6.	Валківський	88,0	58	5,3	4,5	29	6,9	2,2
7.	Великобурлуцький	129,6	68	6,2	5,6	28	6,7	2,3

8.	Вовчанський	121,0	106	9,6	5,7	55	13,1	2,9
9.	Двурічанський	126,5	29	2,6	2,6	14	3,4	1,2
10.	Дергачівський	120,8	10	0,9	1,1	5	1,2	0,6
11.	Зачепилівський	85,0	29	2,6	3,7	11	2,6	1,4
12.	Зміївський	146,0	35	3,3	2,6	5	1,2	0,4
13.	Золочівський	121,5	10	0,9	1,0	2	0,5	0,2
14.	Іюмський	176,0	121	11,0	8,0	42	10,0	2,8
15.	Кегичівський	88,0	7	0,6	0,9	2	0,5	0,3
16.	Коломакський	87,0	0	0	0	0	0	0
17.	Красноградський	98,0	26	2,4	2,6	7	1,7	0,7
18.	Краснокутський	102,0	20	1,8	1,9	9	2,2	0,9
19.	Куп'янський	125,0	119	10,7	9,1	45	10,8	3,4
20.	Лозівський	113,9	27	2,4	1,9	14	3,4	1,0
21.	Нововодолазький	120,0	93	8,4	7,8	39	9,3	3,3
22.	Первомайський	125,0	61	5,5	5,0	13	3,1	1,2
23.	Печенізький	110,0	12	1,1	2,6	5	1,2	1,1
24.	Сахновщинський	94,4	14	1,3	1,2	5	1,2	0,5
25.	Харківський	135,8	18	1,6	1,3	5	1,2	0,4
26.	Чугуївський	126,0	28	2,5	2,4	11	2,6	1,1
27.	Шевченківський	107,0	15	1,4	1,5	7	1,7	0,7
28.	Всього по районах області		1104	100,0	3,5	418	100,0	1,3
29.	Місто Харків	105,0	16		4,8	4		1,3

Приклади таблиць атрибутів

Table

области

	TITLE *	CODEOBJ *	CODEGENE	CODETOPO *	TITLE R	TITLE E	CNTSREG
▶	Сумська	5900000000	482	8910000000	Сумская	Sums'ka	18
	Дніпропетровська	1200000000	482	8910000000	Днепропетровская	Dnipropetrovs'ka	22
	Полтавська	5300000000	482	8910000000	Полтавская	Poltavs'ka	25
	Донецька	1400000000	482	8910000000	Донецкая	Donets'ka	18
	Луганська	4400000000	482	8910000000	Луганская	Luhans'ka	18
	Харківська	6300000000	482	8910000000	Харьковская	Kharkivs'ka	27

1 (0 out of 6 Selected)

области

Рисунок Б.1 - Таблиця області

Table

райони

	TITLE	SIGNUM	CODEELEM	CODEOBJ *	TITLE R	TITLE E
▶	Харківський	0	6325100000	6300000000	Харьковский	Kharkivs'kyi
	Зміївський	0	6321700000	6300000000	Змиевской	Zmiivs'kyi
	Балаклійський	0	6320200000	6300000000	Балаклеийский	Balakliis'kyi
	Куп'янський	0	6323700000	6300000000	Купянский	Kup'ians'kyi
	Вовчанський	0	6321600000	6300000000	Волчанский	Vovchans'kyi
	Дергачівський	0	6322000000	6300000000	Дергачевский	Derhachivs'kyi
	Красноградський	0	6323300000	6300000000	Красноградский	Krasnohads'ky
	Нововодолазький	0	6324200000	6300000000	Нововодолажский	Novovodolaz'ky
	Богодухівський	0	6320800000	6300000000	Богодуховский	Bohodukhivs'ky
	Золочівський	0	6322600000	6300000000	Золочевский	Zolochivs'kyi
	Краснокутський	0	6323500000	6300000000	Краснокутский	Krasnokuts'kyi
	Лозівський	0	6323900000	6300000000	Лозовской	Lozivs'kyi
	Ізюмський	0	6322800000	6300000000	Изюмский	Iziyms'kyi
	Чугуївський	0	6325400000	6300000000	Чугуевский	Chuhuivs'kyi
	Близнюківський	0	6320600000	6300000000	Близнюковский	Blyzniukivs'kyi
	Великобурлуцький	0	6321400000	6300000000	Великобурлукский	Velykoburluts'ky
	Валківський	0	6321200000	6300000000	Валковский	Valkivs'kyi
	Павлоградський	0	6324500000	6300000000	Павлоградский	Pavlograds'kyi

1 (0 out of 34 Selected)

райони

Рисунок Б.2 - Таблиця райони

Растри рівня забрудненості вод на території Харківської області



Рисунок В.1 – Растр рівня забрудненості вод на території Харківської області за 2010 рік



Рисунок В.2 – Растр рівня забрудненості вод на території Харківської області за 2012 рік

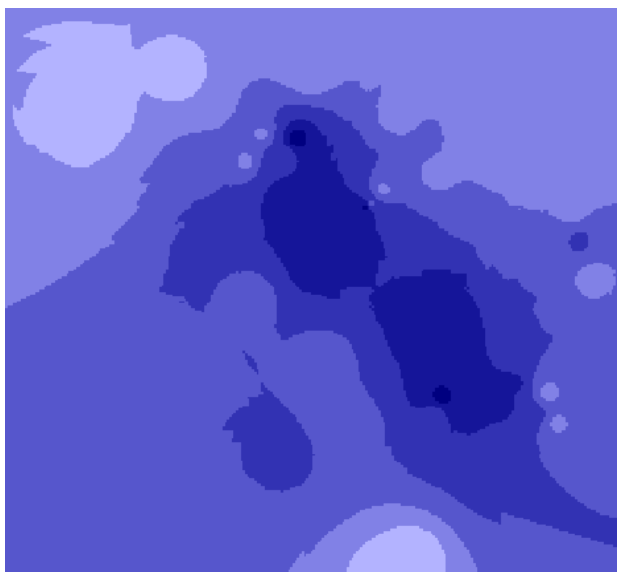


Рисунок В.3 – Растр рівня забрудненості вод на території Харківської області за 2014 рік



Рисунок В.4 – Растр рівня забрудненості вод на території Харківської області за 2016 рік

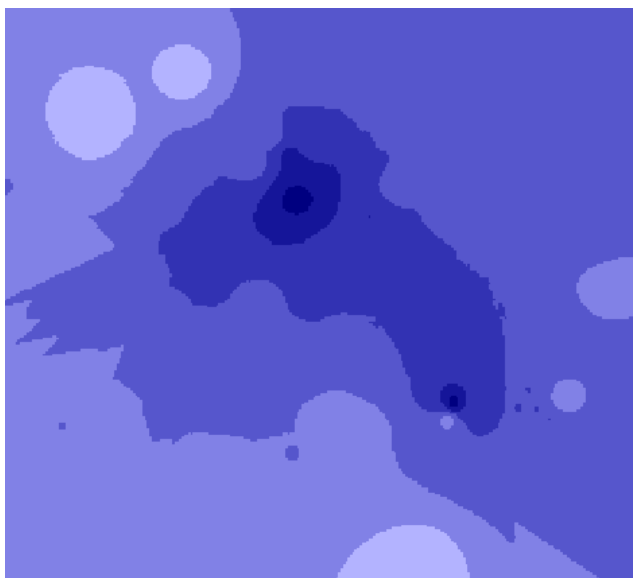
Вихідний перекласифікований шар рівня забрудненості вод



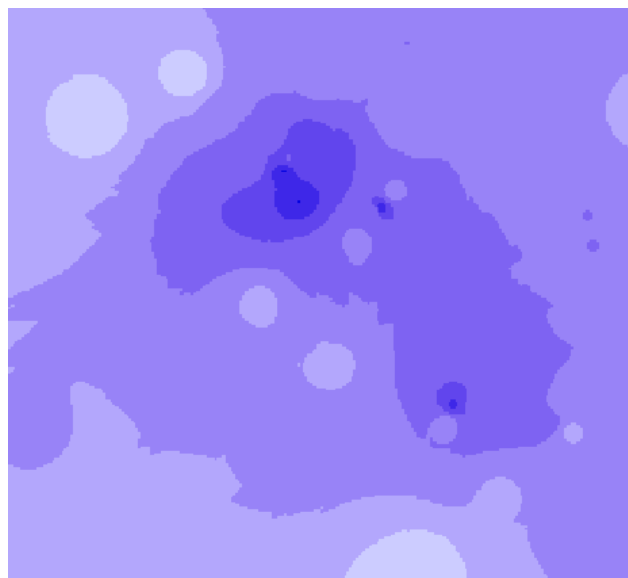
*Рисунок Г.1 – Вихідний
перекласифікований шар рівня
забрудненості вод за 2010 рік*



*Рисунок Г.2 – Вихідний
перекласифікований шар рівня
забрудненості вод за 2012 рік*



*Рисунок Г.3– Вихідний
перекласифікований шар рівня
забрудненості вод за 2014 рік*



*Рисунок Г.4 – Вихідний
перекласифікований шар рівня
забрудненості вод за 2016 рік*

Растри рівня радіаційного забруднення на території Харківської області

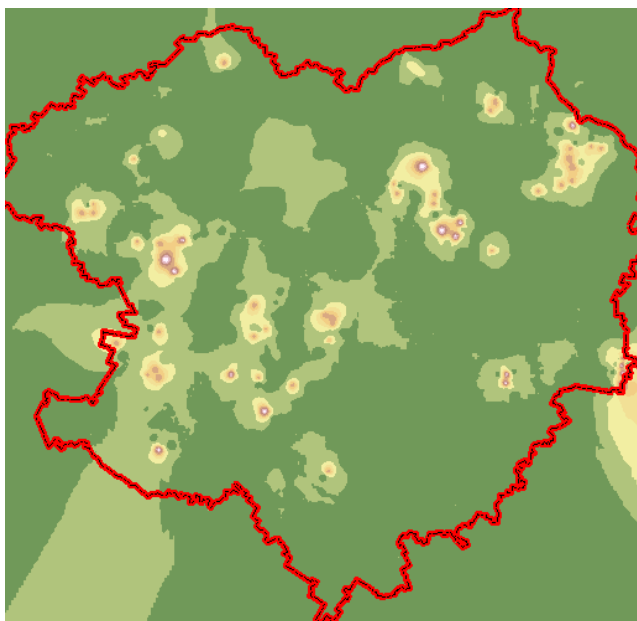


Рисунок Д.1 – Растр рівня радіаційного забруднення (метод обернено зважених відстаней (IDW))



Рисунок Д.2 – Растр рівня радіаційного забруднення (Метод Сплайн (Splin))

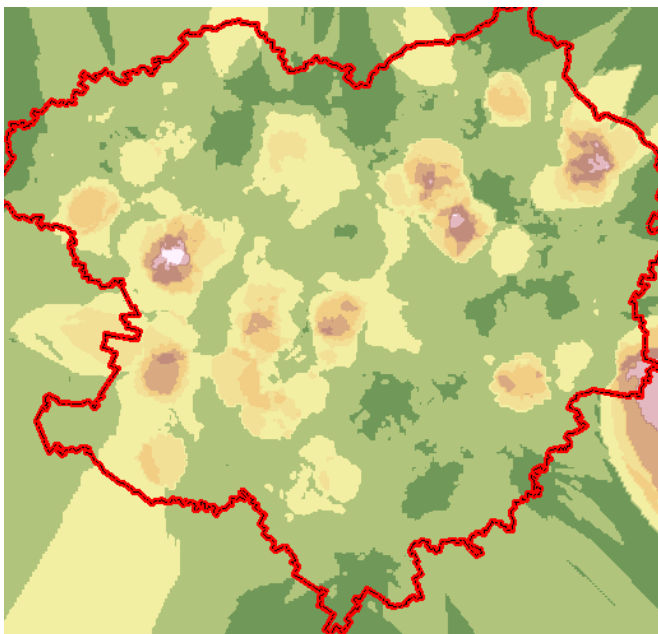


Рисунок Д.3– Растр рівня радіаційного забруднення (Метод Крігінг (Kriging))

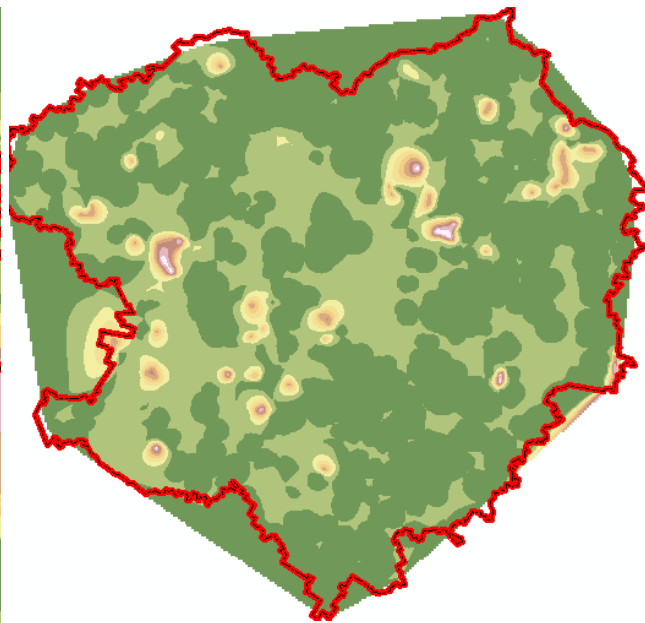


Рисунок Д.4 – Растр рівня радіаційного забруднення (Метод Природна околиця (Natural Neighbor))

Растри (IDW) оцінки деградації ґрунтів

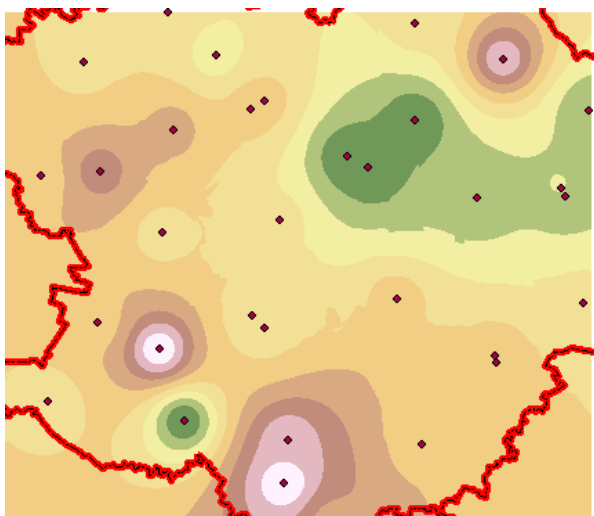


Рисунок Е.1 – Растр оцінки деградації ґрунтів (шар Грунти вторічне забруднення)



Рисунок Е.2 – Растр оцінки деградації ґрунтів (шар Грунти гумус)

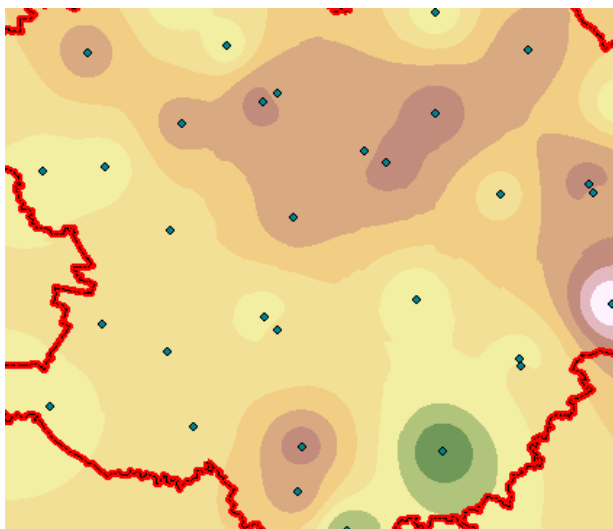


Рисунок Е.3– Растр оцінки деградації ґрунтів (шар Грунти добрива)

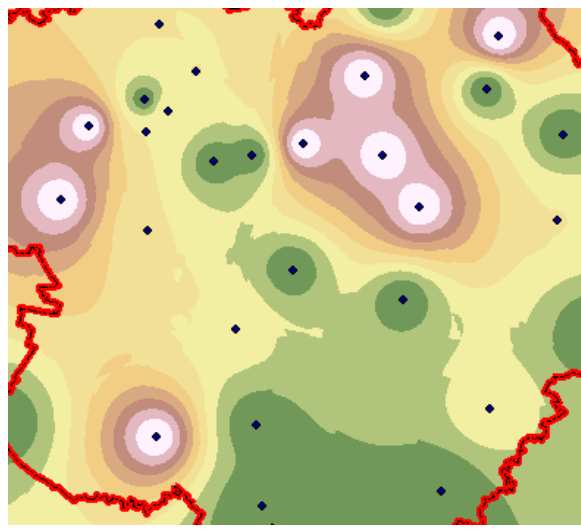


Рисунок Е.4 – Растр оцінки деградації ґрунтів (шар Звалища)

Перекласифіковані растри оцінки деградації ґрунтів

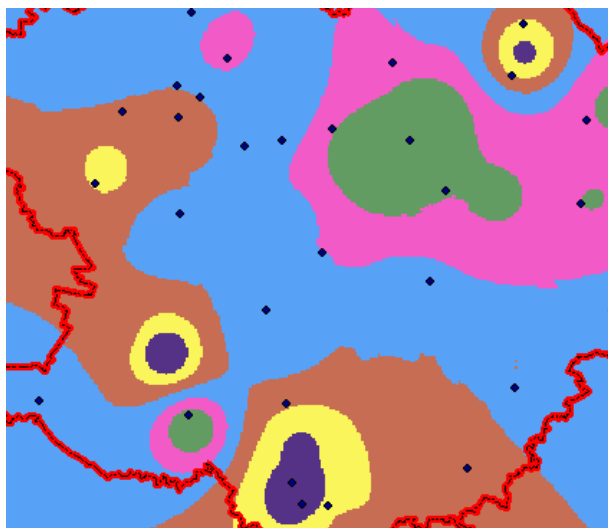


Рисунок Ж.1 – Перекласифікований растр оцінки деградації ґрунтів (шар Ґрунти вторічне забруднення)

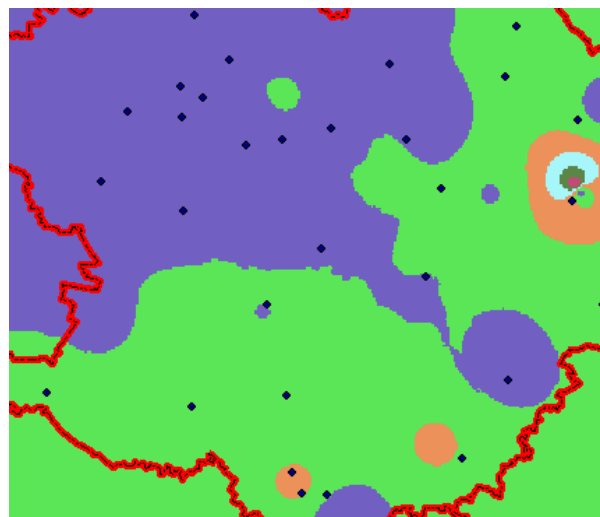


Рисунок Ж.2 – Перекласифікований растр оцінки деградації ґрунтів (шар Ґрунти гумус)

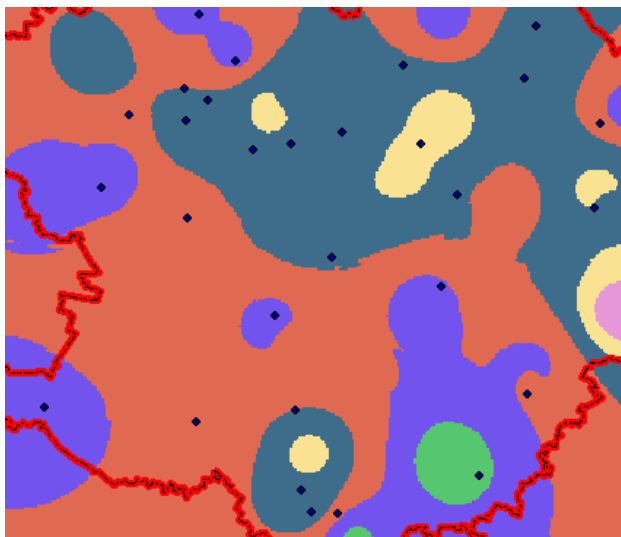


Рисунок Ж.3 – Перекласифікований растр оцінки деградації ґрунтів (шар Ґрунти добрива)

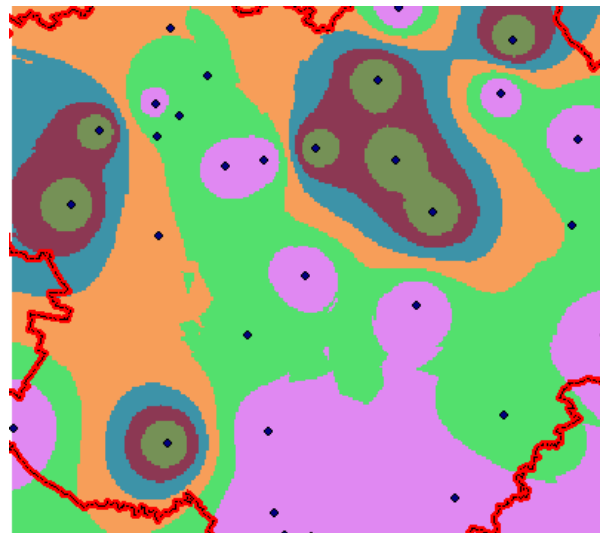
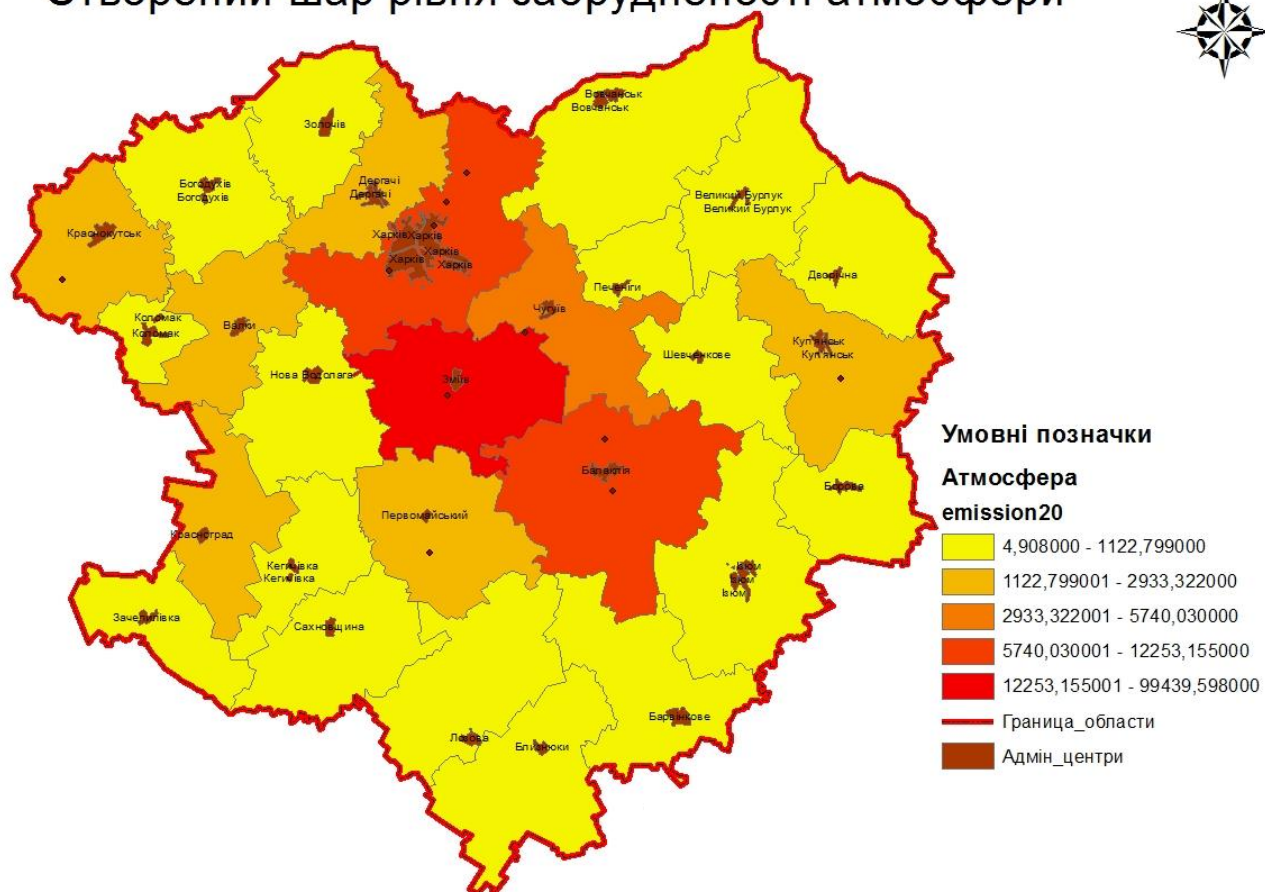
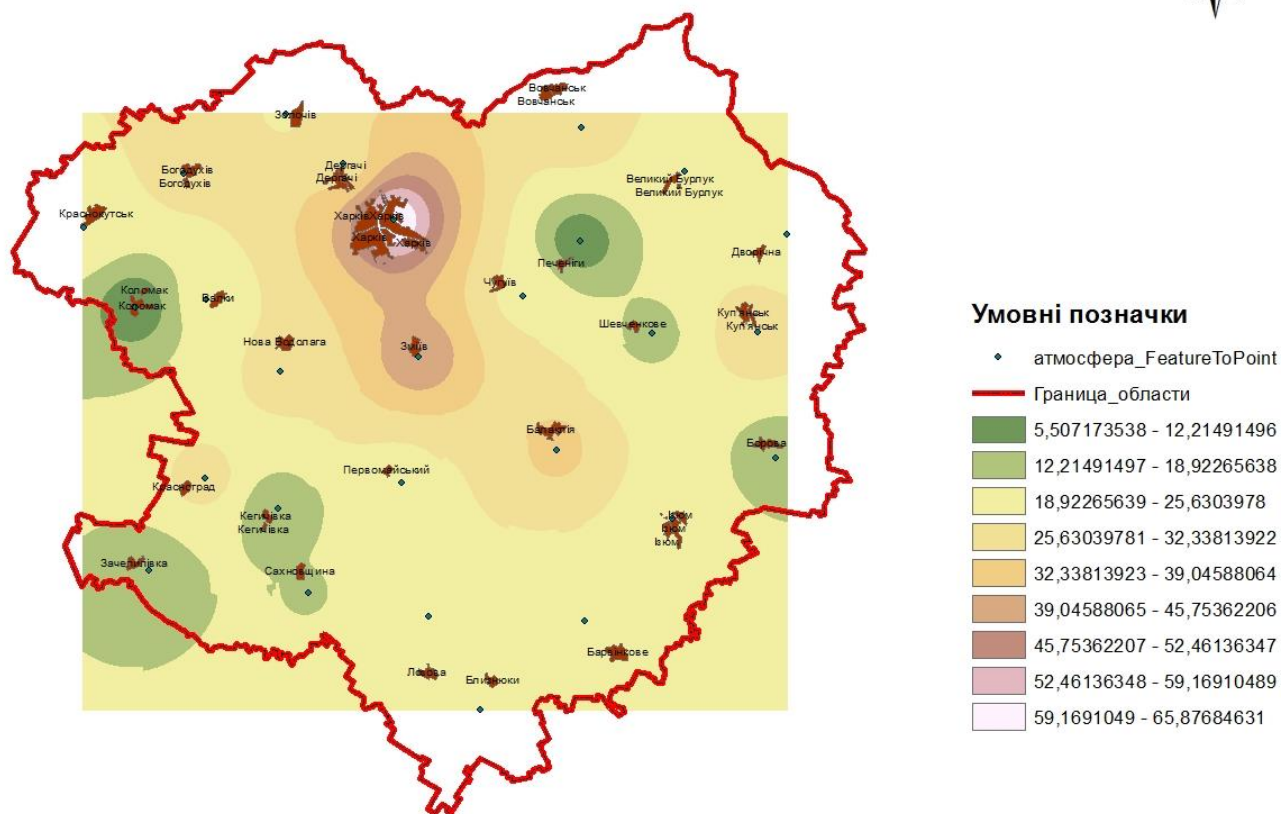


Рисунок Ж.4 – Перекласифікований растр оцінки деградації ґрунтів (шар Звалища)

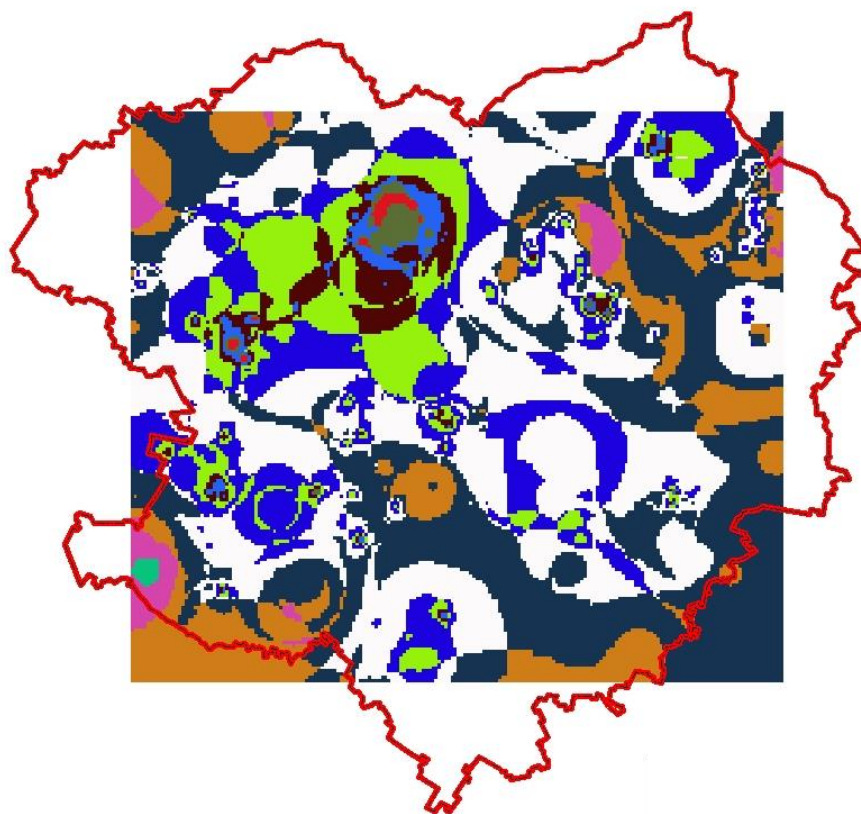
Створений шар рівня забрудненості атмосфери



Підсумковий растр забруднення атмосфери



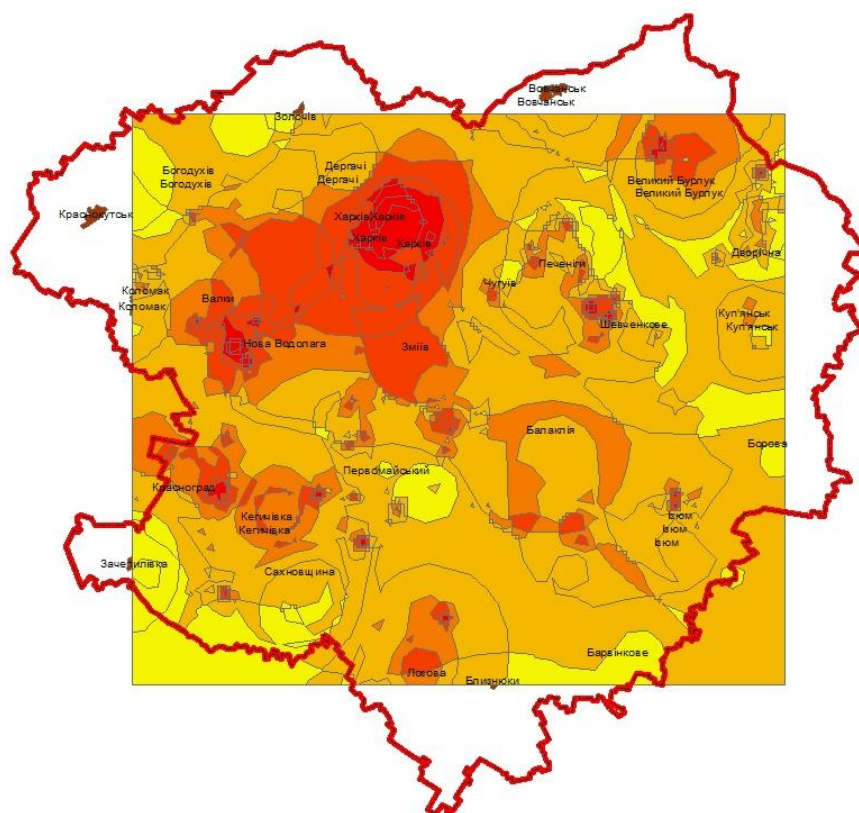
Підсумковий результуючий растр



Умовні позначки

- Границя_области
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16

Підсумковий результуючий вектор



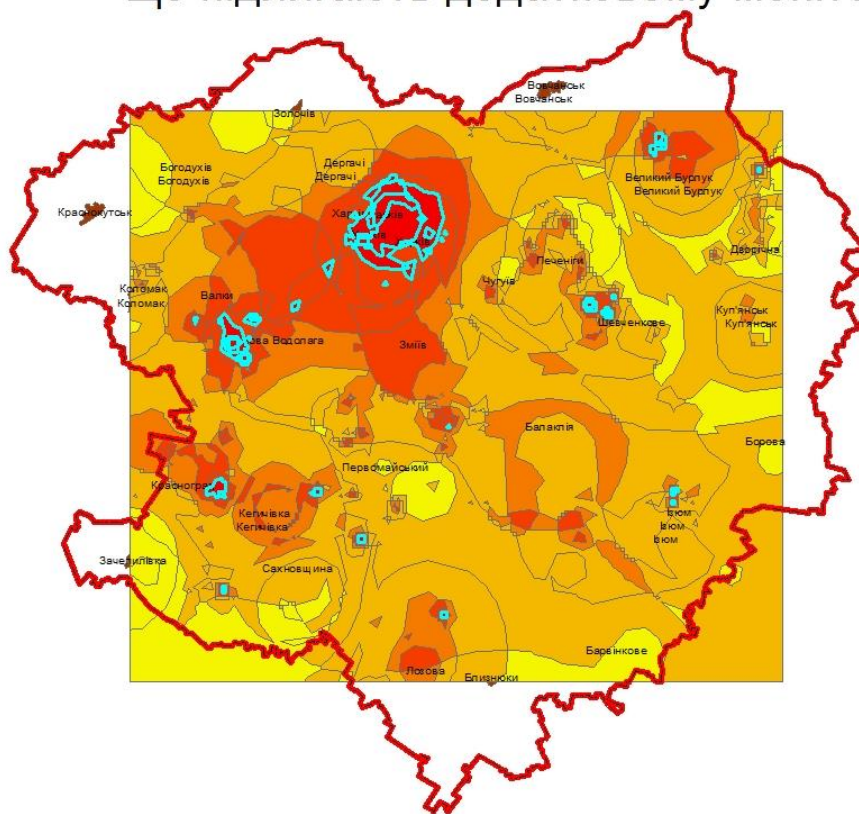
Умовні позначки

— Границя_области

GRIDCODE

6 - 8
9 - 10
11
12 - 13
14 - 16

Визначені основні небезпечні зони, що підлягають додатковому моніторингу



Умовні позначки

итог_Select
GRIDCODE

- 6 - 8
- 9 - 10
- 11
- 12 - 13
- 14 - 16
- Границя_области

Апробація: Сопов Д., Калиняк М. Геоінформаційні технології у вивченні екологічного стану земель. *Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the 4th International Scientific and Practical Conference «Scientific Research: Modern Innovations and Future Perspectives»* (February 23–25, 2026, Montreal, Canada). European Open Science Space. 146–147 p. URL: <https://www.eoss-conf.com/en/archive/scientific-research-modern-innovations-and-future-perspectives-23-02-26/>



CERTIFICATE of participation



Mykola Kalynyak

took part in the 4th International Scientific and Practical Conference

**«SCIENTIFIC RESEARCH: MODERN INNOVATIONS
AND FUTURE PERSPECTIVES»**

24 Hours of Participation
(0,8 ECTS credits)



Head of the
organizing committee
Margo Shevchenko



eoss-conf.com



EOSS-26/0223-032

February 23-25, 2026, Montreal, Canada

