

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ГУМАНІТАРНО-ПЕДАГОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ ТА БІОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ

ДИПЛОМНА РОБОТА
МАГІСТРА

ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ПРИРОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ПОЛОНСЬКОЇ
ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ

Галузь знань – *10 Природничі науки*
Спеціальність – *101 Екологія*

ДРЕКОЛ. 022209.01.13.00

Виконала: студентка 2 курсу
групи ЕКОЛ_М-22-1

_____ В.Л. Яськова

Керівник:

_____ В.В. Рибак

Нормоконтролер:

_____ С.М. Шевченко

До захисту допускаю:

Зав. кафедри

_____ Н.Г. Міронова

_____ 2023 р.

Хмельницький 2023

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет – *Гуманітарно-педагогічний*
Кафедра – *Екології та біологічної освіти*
Освітній рівень – *Магістр*
Галузь знань – *10 Природничі науки*
Спеціальність – *101 Екологія*
Освітня програма – *Освітньо-професійна*

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри екології
та біологічної освіти

_____ Наталія МІРОНОВА

«2» жовтня 2023 року

ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ

Яськової Вікторії Леонідівни

1. Тема роботи: Геоінформаційні системи природних об'єктів Полонської територіальної громади
керівник роботи Рибак В.В., к.с-г.н., доцент кафедри екології та біологічної освіти Хмельницького національного університету
Затверджено наказом ректора університету від 15 серпня 2023 року № 30.
2. Строк подання студентом роботи на кафедру 13 грудня 2023 року.
3. Вихідні дані до роботи: законодавчі та підзаконні акти; літературні джерела; статистичні відомості; звіти та доповіді про стан навколишнього середовища; електронні джерела інформації; картографічні дані.
4. Зміст пояснювальної записки:

4.1 Природно – кліматичні особливості Полонської об'єднаної територіальної громади.

4.2 Розвиток та використання геоінформаційних систем в Україні.

4.3 Розробка геоінформаційної системи природних об'єктів та ґрунтового покриття Полонської територіальної громади

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень): немає.

6. Консультанти розділів дипломної роботи

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

7. Дата видачі завдання: «2» жовтня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Природно – кліматичні особливості Полонської об'єднаної територіальної громади	02.10-18.10	
2	Розвиток та використання геоінформаційних систем в Україні	19.10-08.11	
3	Розробка геоінформаційної системи природних об'єктів та ґрунтового покриття Полонської територіальної громади	9.11-03.12	
4	Оформлення роботи	04.12-12.12	

Студент _____ Вікторія ЯСЬКОВА

Керівник роботи _____ Віктор РИБАК

АНОТАЦІЯ

Тема – Геоінформаційні системи природних об'єктів Полонської територіальної громади.

Автор – студ. ЕКОЛм-22-1 В.Л. Яськова.

Керівник – к.с-г.н., доцент В.В. Рибак.

Дипломна робота викладена на 83 сторінках, містить 1 таблицю, 9 рисунків та перелік джерел посилань з 58 джерел.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, УПРАВЛІННЯ ПРИРОДНИМИ ОБ'ЄКТАМИ, БАЗИ ДАНИХ, ПОЛОНСЬКА ОТГ, УПРАВЛІННЯ ТЕРИТОРІЄЮ, АНАЛІЗ ГЕОДАНИХ.

У роботі було проведено аналіз природно-ресурсного потенціалу Полонської територіальної громади, досліджено етапи, перспективи застосування та актуальні аспекти розвитку геоінформаційних систем в Україні, розроблена геоінформаційна система природних об'єктів та ґрунтового покриву Полонської територіальної громади та визначено напрями використання геоінформаційних технологій в плануванні та розвитку досліджуваної території.

14.12.2023 р.

_____ В.Л. Яськова

ЗМІСТ

	С.
Вступ.....	5
1 Природно – кліматичні особливості Полонської об'єднаної територіальної громади	9
1.1 Загальна характеристика кліматичних умов Полонської об'єднаної територіальної громади	9
1.2 Природно-ресурсний потенціал Полонської територіальної громади	12
2 Розвиток та використання геоінформаційних систем в Україні	21
2.1 Ранні етапи розвитку геоінформаційних систем в Україні	21
2.2 Застосування геоінформаційних систем в Україні	23
3 Геоінформаційна система природних об'єктів та ґрунтового покриття Полонської територіальної громади.....	36
3.1 Розробка геоінформаційної системи природних об'єктів Полонської територіальної громади	36
3.2 Геоінформаційні системи забруднення ґрунтів кадмієм у м. Полонне	47
3.3 Геоінформаційні системи забруднення ґрунтів свинцем у м. Полонне....	52
3.4 Дослідження забруднення ґрунту важкими металами м. Полонне	58
Висновки	65
Перелік джерел посилання	67
Додаток А Результати апробації проведених досліджень	78

ВСТУП

Сучасний етап розвитку науки і технологій визначає стрімкий розквіт геоінформаційних систем як потужного інструменту для аналізу, візуалізації та управління геопросторовою інформацією. Застосування ГІС в галузі вивчення та охорони природних об'єктів стає особливо актуальним в умовах територіального самоврядування.

Наскрізною тенденцією є зростання значущості геопросторового аналізу для прийняття обґрунтованих рішень, спрямованих на збереження природного середовища та раціональне використання ресурсів.

В умовах територіального самоврядування, де влада належить місцевим громадам, ГІС стає ключовим інструментом для прозорого планування розвитку, врахування екологічних чинників та максимізації вигод від природних об'єктів. Розширення можливостей ГІС дозволяє не лише детально досліджувати та визначати стан природи, а й ефективно впроваджувати стратегії для її збереження, підтримки біорізноманіття та сталого використання ресурсів.

Закон України "Про національну геопросторову структуру" є основою для впровадження використання геоінформаційних систем у різних сферах, забезпечуючи високу якість та точність геопросторових даних, необхідних для ефективного управління містом та розвитку його інфраструктури. Цей закон встановлює основні принципи організації національної геопросторової інфраструктури, що включає в себе геодезичну мережу, геодезичну та картографічну інформацію, систему координат і проекцій, а також систему моніторингу земної поверхні.

Актуальність теми визначається потребою в ефективному використанні сучасних технологій для аналізу та управління природними ресурсами в конкретній місцевості. Це сприятиме збереженню екосистем, раціональному

використанню земель та інших природних ресурсів, а також покращенню управління територією громади. Застосування геоінформаційних систем може полегшити прийняття обґрунтованих рішень з питань екологічного збереження та розвитку території.

Дослідження геоінформаційними системами природних об'єктів може підвищити рівень екологічної освіти серед місцевого населення та влади.

Застосування ГІС у контексті територіального самоврядування дозволяє громаді більш ефективно планувати розвиток та забезпечити стале використання природних ресурсів. Геоінформаційні системи можуть допомогти в ретельному аналізі екосистем, виявленні зон ризику та розробці стратегій їхнього збереження.

Метою дипломної роботи є створення бази даних природних об'єктів Полонської територіальної громади та покращення якості управління територією шляхом використання ГІС. Мета такого дослідження полягає в створенні комплексного підходу до вивчення та управління природними об'єктами території громади за допомогою сучасних геоінформаційних технологій.

Завданнями дипломної роботи є:

- оцінити природно-ресурсний потенціал Полонської територіальної громади;
- дослідити етапи, перспективи застосування та актуальні аспекти розвитку геоінформаційних систем в Україні;
- розробка геоінформаційної системи природних об'єктів та ґрунтового покриву Полонської територіальної громади

Об'єкт дослідження – природні комплекси Полонської об'єднаної територіальної громади .

Предмет дослідження – геоінформаційні системи природних об'єктів Полонської територіальної громади.

Гіпотеза дослідження полягає у використанні геоінформаційних систем для аналізу природних об'єктів Полонської територіальної громади, що дозволить ефективно визначити стан екосистем, оптимізувати використання природних ресурсів та розробити науково обґрунтовані стратегії для їх управління та збереження.

Під час виконання дипломної роботи застосовувались емпіричні методи (спостереження, вимірювання), картографічні (геоінформаційний аналіз, математичні вимірювання та моделі з використанням ГІС пакетів) загальнологічні методи (синтез та індукція) та теоретичні методи (метод формалізації).

Наукова новизна у роботі полягає в тому, що було вперше застосовано геоінформаційні технології для створення баз даних природних об'єктів та ґрунтового покриву Полонської територіальної громади, що забезпечить доступ громадськості до екологічної інформації згідно вимог стратегії сталого розвитку та дасть можливість органам місцевого самоврядування приймати оперативні управлінські рішення.

Практичне застосування отриманих результатів полягатиме у подальшому впровадженні геоінформаційних систем для дослідження природних об'єктів Полонської територіальної громади та створенні доступу органів влади та самоврядування до цієї інформації, впровадження науково обґрунтованих стратегій стане основою для раціонального управління природними ресурсами та прийняття інформованих рішень з питань екологічної стійкості та збереження природи на території громади.

Автор вніс значний вклад у роботу провівши ґрунтовні польові та інструментальні дослідження на території Полонської територіальної громади, що стало основою для розробки геоінформаційних баз даних та діджиталізації природних об'єктів та ґрунтового покриву досліджуваної території. Також автором проведено аналіз літературних джерел, проведено обробку та аналіз отриманих результатів, розроблено пропозиції для місцевих органів

самоврядування та опубліковано тези за темою роботи в збірнику міжнародної науково-практичної конференції.

Апробація результатів дипломної роботи і публікації з теми дослідження. Результати дослідження було опубліковано в матеріалах III Міжнародної науково-практичної конференції «Vin Smart Eco» (м. Вінниця, 2023 р.) – «Геоінформаційні системи природних об'єктів Полонської територіальної громади» (додаток А).

1 ПРИРОДНО – КЛІМАТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПОЛОНСЬКОЇ ОТГ

1.1 Загальна характеристика кліматичних умов Полонської об'єднаної територіальної громади

Полонська міська об'єднана територіальна громада розташована в Шепетівському районі Хмельницької області України. Ця громада має свої унікальні природно-кліматичні особливості, які впливають на життя та розвиток цієї території.

Громада має помірно континентальний клімат. Літа в цьому регіоні відносно теплі, з середньою температурою влітку близько від 20 до 25 градусів Цельсія. Зими помірно холодні з середньою температурою близько від 5 до 10 градусів Цельсія. Весна та осінь в цьому районі помірно прохолодні.

Якщо врахувати природні особливості, то ця громада розташована в плодючих рівнинних районах з достатньою кількістю опадів. Це сприяє розвитку сільського господарства та землеробства в цих регіонах. Крім того, на території громади можна зустріти річки, ставки та інші водні об'єкти, що створюють сприятливі для розвитку рибальства та рекреаційних видів відпочинку [1].

Територією Полонської територіальної громади протікає близько восьми річок та шести приток.

Річка Хомора виступає ключовою водною артерією для міста Полонне та прилеглих населених пунктів у Хмельницькій та Житомирській областях. Ця річка, яка є лівою притокою річки Случ, протікає через місто Полонне, Гриців, Понінка, Микулин, Новолабунь, Велика Березна, Новоселиця та інші. Курс річки завершується впадінням у річку Случ біля села Марківка, що розташоване в Житомирській області.

Річка має протяжність 114 кілометрів, водоспадна площа басейну складає 1 465 квадратних кілометрів, а нахил річки становить 0,73 м/км. Ця річка є важливим елементом життєвого середовища для оточуючого регіону. Забезпечуючи воду для населених пунктів, вона відіграє ключову роль у підтримці сільськогосподарської діяльності та інфраструктурних потреб. Гамарнянське водосховище на річці Хомора є важливим водозабезпечувальним резервуаром для міста Полонне та Понінки, сприяючи їхньому сталому розвитку.

Долина цієї річки широка та багата болотами від свого витoku до смт Грицева. Після цього вона вривається у кристалічні породи, стає вужчою і місцями має порожистий характер. Заплава річки подекуди має багато боліт. Річище має помірно звивистий характер, ширина на початку становить від 5 до 8 метрів, а в нижній течії збільшується від 20 до 25 метрів. Річка отримує воду від снігового та інших джерел, утворюючи різноманітні природні умови уздовж свого шляху.

Притоками річки Хомара в Полонному є Хоморець та Дружня. Річка Хоморець, з довжиною 24 кілометри та площею басейну 74,2 км², є типовою рівнинною річкою. Її долина вздовж Полонного неширока та місцями заболочена. Відзначається вираженим східним напрямом течії, що пов'язане з географічним розташуванням Шепетівського блоку та Українського кристалічного щита.

Річка протікає по молодій, невиробленій долині без терас, і її русло має невелику глибину у середньому від 30 до 40 см, але в ставах глибина може зростати до 1,5 метра. Течія річки досить швидка, вона становить від 0,1 до 0,5 м/с через значний похил і падіння, а також середні витрати води. Русло річки виглядає типово для рівнинної місцевості – звивисте з долинними врізами та меандрами шириною від 6 до 10 метрів.

Притока Дружня починає свій шлях неподалік від села Поляна та протікає через територію Шепетівського району. Вона впадає в річку Хомору

приблизно за півтора кілометра від залізничного мосту, між Полонним та Понінкою. У своїй верхній течії формується серед луків та боліт. Середня ділянка річки Дружня є частиною ландшафтного парку Мальованка. Русло річки має багато боліт та є важкодоступним. На її берегах можна зустріти поселення бобрів. Притока має довжину 12 кілометрів та водоспадну площу басейну близько 90,6 квадратних кілометрів. Вона має п'ять притоків, загальна довжина яких становить 20 кілометрів, при цьому найбільшим з них є Лизне, завдовжки 7 кілометрів.

Також на території Полонного розливаються такі притоки як Умивальня а також Різанка.

Притока Умивальня знаходиться в північній стороні річки Хомора та має невелику ширину і може використовуватися для водопостачання чи інших господарських потреб. Характеризується меншим обсягом води порівняно з основною річкою.

Різанка є притокою з розмаїтими різними різкими поворотами. Характеризується своєрідністю ландшафту та є важливою водою для природного середовища.

Враховуючи вищезазначене, природно – кліматичні особливості Полонської територіальної громади впливають на їхні економічні та соціокультурні аспекти, сприяють розвитку сільського господарства та рекреаційного туризму, а також формують унікальні умови для життя та активності місцевого населення.

Полонська територіальна громада розташована в Шепетівському районі Хмельницької області і охоплює площу приблизно 601,38 квадратних кілометрів. У громаді є 34 населених пункти, серед яких одне місто і 33 села. Вони розташовані в межах 12 старостинських округів.

Полонська територіальна громада має свою адміністративну структуру, яка включає громадські установи, школи, медичні заклади та інші інфраструктурні об'єкти, які обслуговують місцеве населення.

Ця територіальна громада є важливим компонентом регіональної географії і відіграє значну роль у забезпеченні сталого розвитку та збереження природного середовища. Вивчення природно-кліматичних особливостей цієї громада допомагає розуміти унікальність її природних ресурсів, екологічних процесів та використання природних багатств [2,3].

1.2 Природно-ресурсний потенціал Полонської територіальної громади

Призначення або важливість вивчення природно-кліматичних особливостей Полонської території включає:

1.Збереження біорізноманіття: Вивчення природно-кліматичних особливостей цих територій допомагає ідентифікувати унікальні види рослин і тварин, які населяють ці регіони. Це дозволяє здійснювати ефективну охорону та збереження біологічного різноманіття, а також приймати заходи для зменшення впливу людської діяльності на ці екосистеми [4].

2. Екологічне планування та стале використання ресурсів: Вивчення природних ресурсів і кліматичних умов цих територій є основою для розробки стратегій екологічного планування та сталого використання цих ресурсів. Інформація про типи ґрунтів, лісові ресурси, водні ресурси та інші природні складові сприяє ефективному управлінню територією та збалансованому використанню її потенціалу.

3. Планування землекористування та розвиток інфраструктури: Знання про природні умови, рельєф, кліматичні особливості та інші фактори дозволяють ефективно планувати землекористування та розвиток інфраструктури на цих територіях. Це включає врахування екологічних

обмежень, запобігання природним лихам, встановлення зон охорони та інших заходів для збереження природного середовища.

4. Кліматична адаптація та ризиковий аналіз: Вивчення кліматичних умов цих територій допомагає визначити ризики, пов'язані зі зміною клімату, і розробляти стратегії адаптації до них. Інформація про кліматичні зміни, включаючи температурні коливання, опади, стихійні лиха та інші фактори, дозволяє розробляти плани зменшення вразливості та підвищення стійкості до кліматичних змін.

Таким чином, вивчення природно-кліматичних особливостей Полонської території має велике значення для збереження природного середовища, сталого розвитку, планування використання ресурсів та адаптації до змін клімату.

Полонська територіальна громада розташовані в Україні. За типом клімату, що панує в цій громаді, вона відноситься до помірному континентального клімату. Основні характеристики помірному континентального клімату включають:

Температура: Зими зазвичай холодні, заморозки починаються у листопаді або грудні і тривають до березня або квітня. Літа теплі з середньою температурою влітку близько від 20 до 25°C.

Опади: Рівномірно розподілені опади протягом року. Середньорічна кількість опадів зазвичай становить близько від 500 до 800 мм. на рік [5].

Сезонні зміни: Виділяються чотири явних сезони: весна, літо, осінь і зима. Кожний з сезонів має свої характерні особливості та температурний режим.

Вітер: Взимку можуть спостерігатися сильні холодні вітри, а влітку – прохолодні бризи.

Це загальні риси клімату помірному континентального типу, які можуть спостерігатися в Полонській територіальній громаді. Однак, варто враховувати, що конкретні кліматичні умови можуть варіюватися в межах цієї території і залежати від географічних особливостей та місцевих факторів.

Сезонні варіації температури, опадів та інші кліматичні характеристики Полонської територіальної громади можуть бути наступними:

1. Сезонні варіації температури:

– Зима: В зимовий період температура може опускатися нижче 0°C , і місцями виникають морози. Середня температура взимку зазвичай коливається від -5°C до -10°C .

– Весна: Поступове потепління весною приносить підйом температури. Середня температура весняного періоду коливається від 5°C до 15°C .

– Літо: Літні місяці характеризуються високими температурами. Середня температура влітку зазвичай становить від 20°C до 30°C .

– Осінь: Восени температура знову знижується, а середня температура коливається від 5°C до 15°C .

2. Опади:

– взимку можуть випадати сніг та дощі, але загальна кількість опадів зазвичай менша порівняно з теплішими місяцями;

– весною та влітку може бути помірна кількість опадів, а дощі можуть бути частішими;

– осінь також може мати помірну кількість опадів.

3. Інші кліматичні характеристики:

– вітрові умови можуть бути різними в залежності від пори року;

– вологість повітря також може змінюватися відповідно до сезону;

– залежно від географічного розташування можуть відмічатися й інші місцеві кліматичні особливості, такі як тумани, ранкові роси тощо.

Варто зауважити, що конкретні характеристики можуть варіюватися в залежності від року і природних змін. На території Полонської територіальної громади можуть зустрічатися різні типи ґрунтів, в залежності від геологічних умов та ландшафтних особливостей. Однак, без доступу до конкретних досліджень або геологічних карт цих територій, точно визначити типи ґрунтів важко [6].

Загальні типи ґрунтів, які можуть бути присутніми в цих регіонах, включають:

– Чорноземи: Чорноземи є одними з найпоширеніших типів ґрунтів в Україні. Вони характеризуються високим вмістом органічної речовини та доброю родючістю.

– Сіро-бурий лісовий ґрунт: Цей тип ґрунту зустрічається в лісових зонах і характеризується помірною родючістю та середнім вмістом органічної речовини.

– Глеєві ґрунти: Глеєві ґрунти можуть зустрічатися в болотистих або низинних районах. Вони характеризуються високим рівнем вологості та можуть бути менш родючими порівняно з іншими типами ґрунтів.

– Піщані ґрунти: Піщані ґрунти мають високий вміст піску та можуть бути менш родючими, оскільки пісок не утримує вологу та поживні речовини так ефективно, як інші типи ґрунтів.

– Глинисті ґрунти: Глинисті ґрунти характеризуються високим вмістом глини і можуть мати хорошу родючість [7].

Це лише загальні типи ґрунтів, які можна зустріти в цих територіальних громадах. Особливості структури, властивостей та використання ґрунтів на території Полонської територіальної громади можуть бути різними в залежності від типів ґрунтів, які зустрічаються в цих регіонах. Ось деякі загальні особливості:

Чорноземи є одними з найродючіших ґрунтів, характерних для України. Вони мають високий вміст органічної речовини, добре утримують вологу та мають гарну структуру. Ці ґрунти дуже підходять для сільськогосподарського використання, зокрема для вирощування зернових культур, овочів та пасовищ.

Сіро-бурий лісовий ґрунт має помірну родючість та середній вміст органічної речовини. Він може бути використаний для сільськогосподарських культур, але його використання в лісовому господарстві для посадки деревини є також поширеним.

Глеєві ґрунти характеризуються високим рівнем вологості, а їх родючість може бути помірною. Вони зазвичай використовуються для сільськогосподарського виробництва, але через їх особливості пов'язані з вологою, можуть вимагати додаткових заходів для дренажу та збереження родючості.

Піщані ґрунти мають високий вміст піску, що призводить до низького утримання вологи та нутрієнтів. Однак, вони можуть бути використані для сільськогосподарських культур, особливо для тих, які добре адаптовані до піщаних умов, таких як деякі види овочів та плодових дерев.

Глинисті ґрунти мають високий вміст глини, що робить їх досить компактними. Вони можуть бути використані для різних сільськогосподарських культур, але можуть вимагати додаткових заходів для полегшення структури ґрунту та покращення дренажу [8].

Враховуючи специфіку територіальної громади та її господарських потреб, важливо проводити детальні дослідження ґрунтів та розробляти оптимальні підходи до їх використання з метою збереження родючості та сталого розвитку.

На території Полонської територіальної громади можуть бути різні типи лісів, в залежності від ландшафтних умов, кліматичних особливостей та інших факторів.

Основні типи лісів, які можуть зустрічатися в цьому регіоні, включають:

Соснові ліси – це ліси, де домінуючим видом є сосна. Вони можуть бути як природними, так і штучно створеними насадженнями. Соснові ліси характеризуються хвойним покривом, високою стійкістю до суховію та низькими вимогами до ґрунту.

Дубово-соснові ліси – ліси, де домінують як сосна, так і дуб. Вони можуть бути змішаними лісами з переважанням обох видів або з переходом від соснових до дубових ділянок. Ці ліси характеризуються великим різноманіттям деревних видів та екологічною цінністю.

Листяні ліси – це ліси, де домінують листяні породи дерев, такі як граб, клен, бук, дуб та інші. Вони можуть бути змішаними лісами з різним співвідношенням видів або лісами з переважанням певного виду. Ліси листяних порід характеризуються високою біорізноманітністю та естетичною цінністю.

Болотні ліси – це ліси, які знаходяться на болотистих або вологих ділянках. Вони мають особливу рослинність, пристосовану до високої вологості. Болотні ліси є важливими екосистемами з великою біорізноманітністю та роллю в збереженні водних ресурсів.

Заплавні ліси – це ліси, які розташовані вздовж річок і річкових долин. Вони мають особливу рослинність, адаптовану до періодичного затоплення. Заплавні ліси є важливими екосистемами зі значним впливом на водний режим та багатими природними ресурсами [9].

Це лише загальні типи лісів, які можуть бути присутніми на території Полонської територіальної громади. Видовий склад лісових угруповань на території Полонської громади може бути досить різноманітним і залежить від природних умов та історії розвитку лісостепової зони. Деякі з видів, які можуть бути присутніми в лісових угрупованнях, включають:

– Сосна (*Pinus*): Сосна є одним із найпоширеніших видів дерев у лісах цих регіонів. Вона володіє значним економічним значенням, використовується у будівництві, меблевій промисловості та деревообробній галузі.

– Дуб (*Quercus*): Дубові види є характерними для лісостепової зони. Вони мають велику екологічну цінність, внесок у збереження біорізноманіття та забезпечення життєвого простору для багатьох видів рослин і тварин.

– Граб (*Carpinusbetulus*): Граби також можуть бути присутніми у лісових угрупованнях. Цей вид має важливе значення як медоносна рослина та використовується в деревообробній та меблевій промисловості.

– Бук (*Fagus*): Букові ліси можуть зустрічатися на певних ділянках, особливо в більш вологих і глинистих ґрунтах. Букові ліси є цінними екосистемами з великим різноманіттям рослинного та тваринного світу.

– Ясен (*Fraxinus*): Ясен є важливим видом для лісового покриву та має високу комерційну цінність. Проте, він також стикається з проблемою захворювань, таких як емарш ясеня, що ставлять під загрозу його виживання [10].

Роль лісових угруповань у збереженні природного багатства полягає в:

1. Збереженні біорізноманіття: Ліси є життєвим простором для багатьох видів рослин і тварин, включаючи загрозливі та рідкісні види. Вони забезпечують умови для їх життя, розмноження та збереження.

2. Збереженні водних ресурсів: Ліси виконують важливу роль у регулюванні водного режиму. Вони затримують вологу, зменшують ризик повеней та ерозії ґрунту, а також впливають на якість ґрунтових вод.

3. Захисті ґрунтового покриву: Лісові рослини допомагають утримувати ґрунт, запобігають його ерозії внаслідок вітру та дощу. Вони також покращують його структуру та плодородність.

4. Виробництві деревини: Ліси мають велике економічне значення, забезпечуючи деревину для будівництва, меблевої промисловості та виробництва паперу.

5. Соціальному значенні: Ліси є місцем відпочинку, рекреації та екологічного туризму. Вони сприяють фізичному та психологічному здоров'ю людей, надаючи їм можливість насолоджуватися природою та відпочивати [11].

Цільове використання лісів повинно збалансовувати захист та стале використання природних ресурсів, збереження екосистем та задоволення потреб суспільства.

Існують деякі загальні екологічні проблеми, що можуть виникати на територіях Полонської територіальної громади а також деякі специфічні проблеми, які можуть бути характерними для конкретного регіону. Основні екологічні проблеми, які можуть виникати на цій території, включають:

1. Забруднення повітря: Недосконалість технологій і використання вугілля та інших копалин як джерела енергії можуть спричинити забруднення повітря внаслідок викидів шкідливих речовин у атмосферу.

2. Забруднення води: Неправильне використання і скидання стічних вод, викиди промислових відходів із заводів та побутових відходів можуть призводити до забруднення річок, озер і ґрунтових вод.

3. Відходи: Неконтрольоване сміттєзвалище та недостатність системи сортування і переробки відходів можуть спричинити проблеми з утилізацією та поводженням зі сміттям, що призводить до негативного впливу на навколишнє середовище.

4. Втрата біорізноманіття: Неправильне використання земель, вирубка лісів та забудова можуть спричинити втрату природних екосистем та біорізноманіття.

5. Забруднення ґрунтів: Використання пестицидів і хімічних добрив у сільському господарстві може призводити до забруднення ґрунтів і зниження родючості.

6. Глобальні зміни клімату: Викиди парникових газів і зміни використання земель можуть призводити до глобальних змін клімату, які впливають на екологічну стійкість територій [12].

Це лише кілька прикладів основних екологічних проблем, які можуть виникати на територіях Полонської об'єднаної територіальної громади. З розвитком та впровадженням екологічних заходів, таких як зменшення викидів забруднюючих речовин, використання відновлюваних джерел енергії та налагодження системи управління відходами, можна зменшити негативний вплив на навколишнє середовище і сприяти сталому розвитку регіону.

Шляхи вирішення екологічних проблем на території Полонської територіальної громади, а також будь-якій іншій території, можуть включати такі заходи:

1. Сприяння енергоефективності: Важливо пропагувати енергоефективність серед населення і підприємств. Заміна застарілих систем опалення на більш енергоефективні, використання енергозберігаючих технологій та підтримка використання відновлюваних джерел енергії (сонячна, вітрова, гідроенергетика) можуть значно зменшити негативний вплив на довкілля.

2. Покращення системи управління відходами: Важливо розвивати ефективну систему сортування відходів, переробки та вторинного використання матеріалів. Забезпечення доступу до контейнерів для сортування відходів, стимулювання переробки та використання вторинної сировини можуть допомогти зменшити обсяг сміття, що потрапляє на сміттєзвалища і в природне середовище [13].

3. Збереження природних ресурсів: Необхідно проводити раціональне використання природних ресурсів, зокрема лісів, водних ресурсів і ґрунтів. Впровадження програм охорони лісів, раціональне землекористування, контроль за забрудненням водних джерел та застосування екологічних методів сільського господарства можуть сприяти збереженню природних ресурсів та зменшенню негативного впливу на екосистеми.

4. Підтримка екологічної освіти та свідомого споживання: Важливо просвічувати громадськість про екологічні проблеми і наслідки недбалого ставлення до навколишнього середовища. Заохочення екологічної освіти в школах, організація екологічних кампаній та підтримка свідомого споживання можуть сприяти зміні поведінки населення в бік більш екологічності.

Це лише кілька можливих шляхів вирішення екологічних проблем. Комплексний підхід, що поєднує законодавчу підтримку, технологічний розвиток, громадську участь та освіту, може привести до покращення стану довкілля і сталого розвитку регіону [14].

2 РОЗВИТОК ТА ВИКОРИСТАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ В УКРАЇНІ

2.1 Ранні етапи розвитку геоінформаційних систем в Україні

Геоінформаційні системи в Україні зазнали значного розвитку протягом останніх десятиліть. Цей розвиток став можливим завдяки поєднанню передових технологій, наукових досліджень і практичного застосування геопросторового аналізу в різних галузях.

Початки використання геопросторової інформаційної системи в Україні сягають 1990-х років, коли були створені перші науково-дослідні центри і лабораторії з геопросторових систем. Поступово системи геопросторового аналізу отримали широке застосування у сферах геодезії, картографії, лісового господарства, сільського господарства, геології, екології, туризму та багатьох інших галузях [15].

Уряд України визнав важливість розвитку геопросторової інформаційної системи і прийняв ряд законодавчих актів, що регулюють використання геопросторових даних. Зокрема, був прийнятий Закон України "Про національну геопросторову структуру", який встановлює основні принципи організації геопросторової інфраструктури та використання систем геопросторового аналізу [16].

У сучасній Україні системи просторових даних використовуються в різних галузях. Вони допомагають у плануванні територій, управлінні природними ресурсами, екологічному моніторингу, транспортному плануванні, аграрному секторі, громадському управлінні та багатьох інших сферах. Також забезпечують зручний доступ до геопросторових даних, їх аналіз та візуалізацію, що допомагає приймати обґрунтовані рішення та покращує ефективність управління господарських процесів.

Для підтримки розвитку геоаналітичних систем в Україні було створено спеціалізовані установи і організації, які займаються дослідженнями, розробкою та впровадженням нових технологій. Національне агентство з питань земельних ресурсів України та Державна служба геодезії, картографії та кадастру України є відповідальними за координацію розвитку геопросторової аналітичної системи в країні [15,17].

Поступово в Україні впроваджуються сучасні технології геопросторового аналізу, такі як дистанційне зондування Землі, глобальна навігаційна система (ГНСС), використання безпілотних літальних апаратів (дронів) та інші. Ці технології дозволяють збирати великі обсяги геодезичних та картографічних даних швидко і точно, що сприяє поліпшенню якості і точності геопросторової інформації.

Використання систем просторового аналізу в Україні має великий потенціал для вирішення різноманітних завдань, починаючи від планування і розробки інфраструктурних проектів до аналізу екологічних проблем та впровадження ефективних механізмів управління. Розвиток систем просторового аналізу в Україні продовжується, і в майбутньому вони стануть ще більш необхідним інструментом для покращення управління територією та забезпечення сталого розвитку країни. Розвиток цих систем в Україні постійно прогресує, адже ці технології допомагають у розробці раціональних рішень і поліпшенні управління територією.

Вони сприяють точнішому плануванню інфраструктурних проектів, забезпечують ефективний контроль над станом навколишнього середовища, дозволяють виявляти екологічні проблеми та приймати вчасні заходи для їх вирішення. Крім того, допомагають управляти територіальними ресурсами, планувати розвиток громад та забезпечувати стаке економічне зростання [18].

У майбутньому розвиток систем просторового аналізу в Україні буде ще більш актуальним і необхідним. Ці технології відкривають нові можливості для розвитку міст і регіонів, покращення управління територією, забезпечення

сталого розвитку країни. Впровадження новітніх геоінформаційних рішень, сприяючих збільшенню доступності та якості геопросторових даних, буде сприяти ефективному плануванню, прийняттю обґрунтованих рішень і стимулювати розвиток інноваційних проектів. Крім того, розвиток геоінформаційних технологій сприятиме покращенню взаємодії між державними органами, місцевими самоврядуваннями, науковими установами та громадськістю шляхом спільного використання та обміну геопросторовими даними [19].

2.2 Застосування геоінформаційних систем в Україні

Застосування геоінформаційних систем в Україні також виявляє потенціал у сферах екологічного моніторингу, протидії природним катастрофам, аграрному секторі, енергетиці, транспорті та туризмі. Ці технології допомагають виявляти резерви в ефективному використанні ресурсів, покращувати планування та управління рухом транспорту, прогнозувати потенційні зони енергетичних проблем та розвивати туристичну інфраструктуру.

Головними аспектами використання Геоінформаційних технологій у плануванні інфраструктурних проектів в Україні становлять:

Дані про географічне положення потенційних об'єктів, таких як майданчики для будівництва доріг, мостів, електростанцій, допомагають визначити оптимальні місця для їх розміщення.

Топографічні характеристики, такі як рельєф, водні ресурси, ґрунти, дають змогу враховувати особливості території при проектуванні інфраструктури. Наприклад, знання про гідрологічні характеристики річок та

ставків дозволяють визначити оптимальні місця для будівництва гідроелектростанцій або заходів з водоуправління.

Демографічні дані, такі як населення, густина населення, соціально-економічні показники, допомагають враховувати потреби та характеристики різних регіонів при плануванні інфраструктури. Наприклад, збір і аналіз таких даних може допомогти визначити необхідність будівництва нових шкіл, лікарень чи торгових центрів у певних місцевостях [19,20].

Економічні показники, такі як обсяги виробництва, торгівлі, інвестицій, також враховуються при розробці інфраструктурних проектів. Ці дані допомагають визначити зони економічного розвитку та планувати розміщення промислових підприємств, логістичних центрів та інших інфраструктурних об'єктів.

Планування транспортної інфраструктури з метою покращення мобільності та ефективності перевезень. Одним з ключових аспектів використання є аналіз трафіку. За допомогою геоаналітичної системи можна зібрати дані про інтенсивність руху на різних ділянках доріг та інших транспортних магістралей. Це дозволяє виявити перевантажені ділянки та проблемні місця, що потребують вдосконалення.

Демографічні дані також враховуються при плануванні транспортної інфраструктури. Вони допомагають визначити густоту населення, розподілення робочих місць та рух пасажирів, що дає змогу оптимізувати розміщення транспортних вузлів та маршрутів, забезпечуючи зручний доступ до них для мешканців та підприємств.

Системи просторових даних дозволяють враховувати географічні обмеження, такі як рельєф, річки, гірські перевали тощо, при плануванні транспортних мереж. Це допомагає визначити оптимальні маршрути, уникнути складних ділянок та зменшити витрати на будівництво та експлуатацію.

Оптимізація транспортної інфраструктури з використанням геопросторової інформаційної системи дозволяє забезпечити ефективність руху

транспортних засобів та скоротити час подорожі. Шляхом аналізу геопросторових даних, врахування трафіку та інших факторів а також допомагають розробляти оптимальні маршрути, визначати необхідність будівництва нових доріг та використовуються для планування громадського транспорту [21].

Вони дозволяють визначити оптимальні маршрути та зупинки, враховуючи густоту населення, розташування важливих об'єктів і популярні напрямки переміщення. Це сприяє зручності для пасажирів та ефективному використанню громадського транспорту.

Геоаналітичні системи також використовуються при плануванні та розробці залізничної інфраструктури. Вони допомагають визначити оптимальні траси залізниць, враховуючи географічні особливості, населені пункти, промислові центри та потенційних користувачів. Це дозволяє ефективно з'єднувати різні регіони країни та забезпечувати зручний та швидкий залізничний транспорт.

Крім того, використовуються при плануванні аеропортів та повітряних маршрутів. Вони допомагають визначити оптимальне розташування аеропортів, враховуючи доступність для пасажирів, потенційний попит та логістичні фактори. Системи просторового аналізу також допомагають визначити оптимальні повітряні маршрути, що забезпечують ефективний рух літаків та зменшення часу польоту.

Геоаналітичні системи також дозволяють враховувати вплив транспортної інфраструктури на навколишнє середовище та екологічні фактори. Вони допомагають аналізувати екологічні ризики, виявляти захищені території, природні резервати та екосистеми, що підлягають охороні.

Використання геоаналітичні системи в Україні може сприяти протидії природним катастрофам шляхом покращення системи моніторингу, прогнозування та управління надзвичайними ситуаціями [22].

Ось деякі способи, якими системи геопросторового аналізу допомагають у цьому контексті:

1. Завдяки системам геопросторового аналізу можна здійснювати збір, обробку та аналіз геопросторових даних, що охоплюють різноманітні аспекти навколишнього середовища, такі як топографічні особливості, кліматичні умови, гідрологічні характеристики та розподіл лісового покриву. Ці дані сприяють кращому розумінню потенційних небезпек і допомагають виявляти зони, які підлягають підвищеному ризику виникнення природних катастроф.

2. Експертний аналіз та прийняття рішень: дозволяють проводити глибокий аналіз геопросторових даних та застосовувати різні аналітичні методи для отримання цінної інформації. Це допомагає експертам у прийнятті обґрунтованих рішень щодо попередження та врегулювання природних катастроф.

3. Моніторинг та попередження: можуть бути використані для створення систем моніторингу, які дозволяють виявляти зміни в природних об'єктах та отримувати оперативну інформацію про потенційні небезпеки. Це дозволяє своєчасно реагувати та попереджати населення про можливі катастрофи.

4. Впровадження систем раннього попередження: допомагають встановити системи раннього попередження, які виявляють природні катастрофи на ранніх стадіях та автоматично сповіщають відповідні служби та населення про небезпеку. Це дозволяє збільшити шанси на ефективну евакуацію та мінімізувати втрати.

5. Підтримка при реагуванні на кризові ситуації: дозволяють в реальному часі відстежувати рух рятувальних служб, розташування тимчасових притулків та надавати оперативну інформацію про поточний стан ситуації. Це сприяє більш координаційній та ефективній роботі під час надзвичайних ситуацій.

6. Оцінка ризиків та забезпечення сталого розвитку: дозволяють проводити аналіз ризиків пов'язаних з природними катастрофами, такими як потенційні зони повеней, сейсмічні ризики, природні пожежі тощо. Це допомагає визначити вразливі об'єкти та розробити стратегії зменшення ризиків шляхом правильного планування та обмеження забудови у небезпечних зонах. Також, геоінформаційні системи допомагають враховувати аспекти сталого розвитку, такі як збереження природних резерватів, оптимальне використання земельних ресурсів та забезпечення екологічної збалансованості при розвитку територій.

7. Координація та співпраця між структурами: забезпечують платформу для обміну даними та спільної роботи між різними структурами, такими як управління надзвичайних ситуацій, місцеві органи самоврядування, рятувальні служби, дослідницькі інститути тощо. Це сприяє покращенню координації дій, обміну інформацією та взаємодії при врегулюванні природних катастроф [23].

Використання системи геопросторового аналізу у протидії природним катастрофам в Україні є важливим інструментом, який допомагає знизити ризики та підвищити ефективність управління надзвичайними ситуаціями. Впровадження та розвиток ГІС-технологій у цій сфері сприяє збереженню життя та майна, а також забезпеченню стійкого розвитку територій. Планування евакуаційних та рятувальних операцій є ще одним важливим аспектом використання геопросторового аналізу при протидії природним катастрофам. Геопросторовий аналіз допомагають визначити оптимальні маршрути евакуації, включаючи врахування дорожньої інфраструктури, густоти населення та інших факторів.

Крім того, вони дозволяють встановити стратегічні локації для тимчасового розміщення евакуйованих осіб, пошукових та рятувальних груп. Це допомагає забезпечити швидку та координовану реакцію під час

надзвичайних ситуацій, забезпечуючи максимальну безпеку та мінімізуючи втрати.

Таким чином, розвиток таких технологій в Україні має великий потенціал і стає ключовим фактором для досягнення сталого розвитку країни. Впровадження цих технологій сприятиме покращенню управління територією, підвищенню якості прийнятих рішень, ефективному використанню ресурсів та розвитку різних секторів економіки. Завдяки системам просторових даних Україна матиме можливість забезпечити належний рівень геопросторового аналізу та планування, що сприятиме стабільному та збалансованому розвитку країни [22,23].

Геопросторові аналітичні системи використовуються для стратегічного планування та розвитку енергетичної інфраструктури, включаючи електропостачання, газопроводи, вітрові та сонячні ферми. Ці системи допомагають визначити найбільш оптимальні місця для розташування енергетичних об'єктів, враховуючи географічні умови, наявність ресурсів та очікуваний попит на енергію. Вони забезпечують аналіз сонячної та вітрової радіації, геологічних характеристик для видобутку природного газу та визначення потенційних геотермальних джерел.

Геопросторові системи також використовуються для оптимізації розташування енергетичної інфраструктури з урахуванням транспортних зв'язків. Вони допомагають визначити оптимальні маршрути та місцезнаходження газопроводів, електропередач та підстанцій, забезпечуючи ефективний транспорт та розподіл енергії, а також допомагають в управлінні та моніторингу енергетичної інфраструктури.

Використання Геоінформаційних систем дозволяє відстежувати ефективність роботи електромереж, виявляти та вирішувати проблеми, такі як відключення, перевантаження чи несправності. Ці системи також застосовуються для визначення оптимальних маршрутів обслуговування енергетичних об'єктів, сприяючи економії часу та ресурсів.

Геоінформаційні системи враховують екологічні аспекти при плануванні енергетичної інфраструктури. Вони дозволяють аналізувати вплив енергетичних об'єктів на навколишнє середовище, виявляти захищені природні території або екологічно чутливі зони, сприяючи сталому розвитку енергетичної системи та зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище.

Ці системи також застосовуються для планування та управління розподільчими мережами електропостачання, де вони аналізують потужність та навантаження на лініях електромереж, визначають оптимальні маршрути для розподілу електроенергії та планують ремонтні роботи. Це сприяє стабільному електропостачанню та зменшує вплив відключень на користувачів [24].

Геопросторові інформаційні системи враховують соціально-економічні аспекти при плануванні енергетичної інфраструктури, сприяючи аналізу економічної ефективності розташування енергетичних об'єктів та розподілу ресурсів у різних регіонах. Це сприяє оптимальному використанню ресурсів та розвитку енергетичної системи, враховуючи потреби суспільства.

Підтримка оперативного та операційного рівнів системи менеджменту є ключовим напрямком. Географічні інформаційні системи дозволяють збирати та аналізувати дані в реальному часі, що допомагає оперативно виявляти проблеми, приймати швидкі та ефективні рішення та забезпечувати безперебійну роботу енергетичних систем.

Управління активами підприємств енергетичної сфери стає ще одним важливим аспектом. Система просторового аналізу допомагає визначати оптимальне розташування та ефективне використання активів, таких як енергомережі, енергопостачальні об'єкти та інфраструктура. Ці системи дозволяють планувати ремонтні роботи, модернізацію та розвиток існуючих систем для забезпечення максимальної продуктивності та надійності.

Використання геопросторового аналізу важливе для планування та прогнозування розвитку енергосистем. Ці системи дозволяють аналізувати різні

сценарії розвитку, враховуючи фактори, такі як енергопотреба, ресурси, демографічні дані та інше. Це сприяє прийняттю обґрунтованих рішень щодо розширення та модернізації енергетичної інфраструктури. Одним з перспективних напрямків використання геопросторових інформаційних систем в енергетиці є реконструкція та проектування енергомереж.

Ці системи дозволяють точно визначати оптимальні траси для розміщення енергетичних ліній, зважаючи на географічні обмеження, демографічні дані та інші фактори, сприяючи ефективному використанню ресурсів та зменшенню витрат.

Оцінка параметрів працездатності, завантаженості та енергомереж також важлива. За допомогою геоаналітичних систем можна аналізувати показники енергетичних систем, ідентифікувати слабкі місця, проводити превентивні заходи та планувати ремонтні роботи для забезпечення надійності енергетичної мережі [24, 25].

Використання Геоінформаційних систем у сфері енергетики поліпшує управління зонами ліній електропередачі. Ці системи дозволяють точно відображати географічні межі та характеристики земельних ділянок, відведених під енергетичні об'єкти, спрощуючи процес управління ними та планування використання земель.

Головна мета використання геоінформаційних систем в енергетиці полягає у обробці, аналізі, моделюванні та візуалізації географічно координованих даних для звуження варіантів та підтримки прийняття рішень. Ці системи володіють перевагами для систем менеджменту, включаючи інтерактивність та можливість візуалізації інформації у графічному форматі.

Геопросторові системи поєднують в собі технології моделювання картографічних даних та управління базами геоданих, що допомагає забезпечити ефективне управління енергетичною інфраструктурою, а також вирішення земельних питань.

Інтеграція геопросторових даних у систему управління енергетикою розширює наше розуміння стану енергосистеми, надаючи точну та високоякісну інформацію для прийняття рішень. Наприклад, це дозволяє оцінювати попит на різні види енергії, аналізувати ефективність традиційних та альтернативних джерел енергії, а також вивчати навантаження на енергетичну інфраструктуру.

Важливим аспектом є можливість моделювання аварійних ситуацій, що дозволяє відтворювати події при аварії на 3D-моделях або технологічних схемах. Дослідження свідчать, що такі системи виступають як багатоаспектний інструмент підтримки системи менеджменту в енергетиці.

Для підвищення ефективності та функціональності роботи важливо повністю інтегрувати системи геопросторового аналізу в існуючу IT-інфраструктуру енергетичної системи підприємства. З метою контролю за станом довкілля та забезпечення його екологічної безпеки, важливо маємо чітке розуміння компонентів, які утворюють довкілля. Кожен аспект природи та вплив техногенних об'єктів має важливість. Оцінка впливу, моніторинг змін та прогнозування розвитку допомагають керувати станом довкілля та уникати негативних змін [26].

Управління природними ресурсами, їх захист та збалансоване використання, проведення екологічних аудитів територій та визначення сучасної екологічної ситуації, оцінка впливів техногенних об'єктів на навколишнє середовище, організація та виконання моніторингу довкілля та всіх його компонентів, а також моделювання та прогнозування стану довкілля та його змін під впливом природних і техногенних чинників – усе це стає можливим завдяки використанню геоінформаційних систем.

Для успішного вирішення цих завдань і процедур важливий комплексний підхід, який враховує одночасно діючі фактори і залучає різноманітну інформацію про стан компонентів довкілля.

Це підтверджує важливість врахування не лише фізичних аспектів, але й різноманітних соціально-економічних, екологічних та населення-орієнтованих чинників при розробці інфраструктурних проектів. Наприклад, у плануванні транспортної інфраструктури важливо враховувати не тільки очікуваний обсяг транспортного руху, але і соціально-демографічні параметри, такі як густина населення та потреби різних груп користувачів.

Також необхідно враховувати екологічні аспекти, такі як вплив інфраструктури на природне середовище, забезпечення енергоефективності та використання стійких технологій. Це може включати оцінку впливу інфраструктури на біорізноманіття, якість повітря та води, а також забезпечення сталого водокористування та відходової політики.

Додатково, розробка інфраструктури має враховувати потреби та вимоги населення. Наприклад, при плануванні житлової інфраструктури важливо враховувати доступність основних соціальних послуг, таких як школи, магазини, лікарні, а також розташування рекреаційних зон та зелених просторів.

Врахування цих різноманітних факторів сприяє створенню інфраструктури, яка відповідає потребам суспільства, сприяє економічному розвитку та забезпечує збалансоване використання ресурсів [27].

Інтеграція різноманітних джерел інформації, таких як геопросторові дані, демографічні статистики, економічні показники та екологічні дані, дозволяє отримати більш об'єктивну оцінку ситуації та здійснювати виважене прийняття рішень.

Наприклад, використання системи геопросторового аналізу дозволяє досліджувати взаємодію різних компонентів довкілля, таких як вплив транспортної інфраструктури на якість повітря чи водних ресурсів. Крім того, важливо постійно оновлювати та актуалізувати інформацію про стан компонентів довкілля, оскільки вона може змінюватися з часом.

Для ефективного планування енергетичної інфраструктури важливо мати свіжі дані щодо потужності виробництва, споживання енергії та технологічних розвитків. Така регулярна актуалізація інформації дозволяє враховувати нові тенденції, зміни у вимогах та потребах суспільства, а також забезпечує більш точну оцінку ризиків і ефективне планування майбутнього розвитку [28].

Одним з ключових елементів інтегрованого підходу є співпраця між різними зацікавленими сторонами, такими як урядові органи, громадські організації, експерти з різних галузей. Ця співпраця дозволяє об'єднати ресурси, знання та досвід для ефективного планування та розробки інфраструктурних проектів. Наприклад, при плануванні транспортної інфраструктури важливо враховувати думку та потреби місцевих жителів, а також консультуватися з транспортними експертами та інженерами.

Інтегрований підхід також передбачає використання сучасних технологій і інструментів, таких як штучний інтелект, машинне навчання та аналітика даних. Вони дозволяють автоматизувати процес збору та обробки інформації, робити прогнози та моделювання для визначення оптимальних рішень.

Важливим аспектом інтегрованого підходу є також постійний моніторинг та оцінка реалізації інфраструктурних проектів. Це дозволяє вчасно виявляти проблеми, коригувати плани та забезпечувати якість реалізації проектів. Моніторинг може здійснюватися за допомогою геопросторової інформаційної системи та інших технологій, що дозволяють збирати дані про фактичний стан інфраструктури та її вплив на довкілля та суспільство.

Крім того, інтегрований підхід передбачає забезпечення сталого розвитку інфраструктури. Це означає, що при плануванні та розробці проектів необхідно враховувати екологічні аспекти, забезпечувати енергоефективність, використання відновлювальних джерел енергії та зменшення негативного впливу на довкілля. Геоаналітичні системи дозволяють аналізувати екологічні дані, виявляти уразливі території та розробляти стратегії їх захисту.

У процесі інтегрованого підходу до планування та розробки інфраструктурних проектів враховуються також соціальні аспекти. Це означає врахування потреб та інтересів різних груп населення, забезпечення доступності та рівноправності у використанні інфраструктури, а також підтримка соціальної інклюзії та розвитку громад [29].

Наприклад, при плануванні житлової інфраструктури важливо враховувати потреби різних соціальних груп, забезпечувати доступність до основних послуг, таких як водопостачання та каналізація, електропостачання та громадський транспорт. Крім того, потрібно брати до уваги інклюзивність середовища, щоб забезпечити комфортне та безпечне проживання для всіх громадян.

Усі ці аспекти інтегрованого підходу до планування та розробки інфраструктурних проектів сприяють сталому розвитку суспільства, ефективному використанню ресурсів та поліпшенню якості життя громадян.

Інформація про стан довкілля відіграє важливу роль під час прийняття рішень у сферах управління просторово-розподіленими об'єктами техногенного характеру (енергетика, транспорт, видобуток корисних копалин, комунальне господарство, агропромисловий комплекс, лісова промисловість, водне господарство та ін.). Слід також враховувати можливу дію навколишнього природного середовища на техногенні об'єкти народногосподарського комплексу.

Отже, геоінформаційні системи:

- найбільш об'єктивно оцінюють і враховують зміни стану довкілля, з метою запобігання катастрофічним наслідкам подій природного походження (повені, зсуви, просідання, землетруси тощо);
- дозволяють реалізувати політику управління природоохоронною діяльністю у такий спосіб, щоб мінімально не зашкодити навколишньому природному середовищу [30].

Для прийняття оптимальних управлінських рішень важлива не лише актуальність інформації, але й її оперативність та зручність для прийняття рішень. Розгляньмо деякі аспекти, пов'язані з обробкою та упорядкуванням великої кількості даних в сфері екологічного моніторингу та ведення баз даних:

Важливо мати систему збору даних, яка забезпечує надходження актуальної інформації вчасно. Це може включати автоматичні сенсорні системи, дистанційне зондування, мережі спостережень або спеціально організовані експедиції для збору даних.

Отже, ефективне управління природними ресурсами вимагає не лише наявності актуальної інформації, але й систематизації, структуризації та зручного доступу до даних. Це допомагає приймати обґрунтовані рішення та забезпечувати сталий розвиток природного середовища.

При цьому повинен бути врахований досвід обробки екологічних даних, накопичений у світі. А світовий досвід свідчить, що найкращим способом представлення, зберігання і оброблення інформації, яка має просторову складову (географічну прив'язку), є геоінформаційні системи.

Розвиток сучасних систем геопросторового аналізу ґрунтується на постійному вдосконаленні процесів збирання, збереження, обробки та маніпулювання геопросторовими даними. Означимо, що постійно приділяється увага вдосконаленню проектування баз даних. Саме їх стан та доступність для використання забезпечують успіх у цільовому використанні цих технологій [31].

3. ГЕОІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ПРИРОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА ГРУНТОВОГО ПОКРИВУ ПОЛОНСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ

3.1 Розробка геоінформаційної системи природних об'єктів Полонської територіальної громади

Геоінформаційні системи мають значний вплив на планування та розвиток інфраструктури в Полонській об'єднаній територіальній громаді. Завдяки використанню геоінформаційних систем, ця громада може здійснювати ефективно і точно аналізу та управління своєю територією та ресурсами.

Однією з основних переваг таких технологій є можливість візуалізації геопросторових даних. Полонська ОТГ може отримати детальну картографічну інформацію про свою територію, включаючи географічні об'єкти, мережі комунікацій, транспортні маршрути та інші важливі елементи інфраструктури. Це дозволяє краще зрозуміти ситуацію і використовувати ці дані при прийнятті рішень щодо розвитку і планування нових проектів [32].

Геопросторові інформаційні системи також допомагають визначити оптимальні місця для розташування нової інфраструктури. З використанням аналітичних інструментів геоаналітичних систем, Полонська ОТГ може враховувати різні фактори, такі як доступність, потенційні ризики, демографічні дані та інші, при виборі місць для будівництва доріг, шкіл, лікарень і інших об'єктів. Це дозволяє забезпечити оптимальне використання ресурсів і покращити якість життя мешканців громади.

Крім того, системи просторового аналізу допомагають в управлінні інфраструктурою. Полонська ОТГ може вести систематичний моніторинг і облік існуючих об'єктів інфраструктури, що дозволяє ефективно планувати їхнє обслуговування, проводити необхідний технічний облік та планування ремонтних робіт. Геопросторові інформаційні системи забезпечують зручний

доступ до даних про стан інфраструктури, їхню локалізацію та характеристики, що сприяє оперативному реагуванню на проблеми та плануванню розвитку.

Крім того, вони можуть використовуватись для аналізу потоків транспорту та планування оптимальних маршрутів. Полонська ОТГ може збирати дані про транспортні потоки, дорожні умови та інші фактори, що впливають на рух транспорту. Це допомагає громаді виробити ефективні стратегії розвитку транспортної інфраструктури, зменшити затори і покращити безпеку дорожнього руху [33].

Застосування геоаналітичних систем також може сприяти збереженню природних ресурсів і екологічній оцінці проектів. Полонська ОТГ може використовувати такі технології для аналізу та моніторингу екологічних зон, природних заповідників та ресурсів. Це дозволяє громаді приймати рішення, спрямовані на збереження природного середовища, визначати оптимальні місця для розміщення альтернативних джерел енергії та здійснювати ефективне використання природних ресурсів.

Загалом, використання систем геопросторового аналізу у Полонській ОТГ дозволяє забезпечити ефективне планування та розвиток інфраструктури, зменшити витрати ресурсів, покращити якість життя мешканців та сприяти сталому розвитку громади. Інтеграція систем просторового аналізу у процес прийняття рішень допомагає забезпечити більш об'єктивний підхід до планування та розвитку інфраструктури в Полонській ОТГ. За допомогою геоінформаційних систем можна проводити детальний аналіз геопросторових даних, включаючи демографічні дані, економічні показники, соціальну інфраструктуру та інші фактори. Це дозволяє виявляти потреби громади, визначати пріоритети розвитку та раціонально розподіляти ресурси.

Застосування геоінформаційно-аналітичних систем у плануванні інфраструктури також сприяє забезпеченню ефективності проектів. А також дозволить моделювати різні сценарії розвитку, враховуючи різні варіанти розміщення об'єктів, прокладання комунікацій і транспорту. Це допомагає

зробити обґрунтовані рішення, що сприяють оптимальному використанню ресурсів, зменшенню витрат і забезпеченню максимальної користі для громади.

Полонська ОТГ також може використовувати геоінформаційно-аналітичні системи для планування та управління розумними системами управління інфраструктурою. За допомогою сенсорних технологій та збору даних у реальному часі, геоінформаційні системи дозволяють моніторити стан об'єктів інфраструктури, виявляти неполадки, прогнозувати потребу у ремонті та обслуговуванні. Це сприяє покращенню якості та надійності інфраструктури, забезпечує безпеку та зручність для користувачів [33,34].

Завдяки системам просторового аналізу, Полонська ОТГ може стати сучасною, інноваційною та сталою громадою, де розвиток інфраструктури відбувається з урахуванням потреб мешканців, екологічних аспектів та ефективного використання ресурсів. Впровадження таких технологій є важливим інструментом для досягнення стратегічних цілей громади і створення комфортного та розвинутого середовища для її мешканців.

Використання геоінформаційних систем сприяє активній взаємодії між громадськістю, місцевими органами влади та розвитковими організаціями в контексті планування та розвитку інфраструктури в Полонській ОТГ. Це досягається завдяки відкритому доступу до геопросторових даних, що дозволяє всім зацікавленим сторонам отримувати інформацію та брати активну участь у процесі прийняття рішень.

Громадськість може активно взаємодіяти з органами влади та розвитковими організаціями шляхом надання своїх пропозицій, коментарів та відгуків щодо планів розвитку інфраструктури. Це надасть можливість громадськості візуалізувати проблемні місця, висловлювати свої думки та брати активну участь у процесі планування. Це сприяє зміцненню довіри між громадою та органами влади, а також покращенню якості рішень, орієнтованих на потреби мешканців [35].

Місцеві органи влади мають змогу використовувати геоаналітичні системи для об'єктивного аналізу та оцінки різних варіантів розвитку інфраструктури. За допомогою геоаналітичних систем вони можуть враховувати інтереси громадськості, використовувати наукові дані та експертні оцінки для прийняття обґрунтованих рішень. Така співпраця з громадськістю дозволяє місцевим органам влади бути відкритими та прозорими в своїй діяльності.

Завдяки геоінформаційним системам, можна моделювати поширення забруднення і прогнозувати його можливі наслідки. Це відкриває можливості для ефективного планування та управління ресурсами з метою зменшення впливу забруднення на здоров'я населення. За допомогою цих систем можна аналізувати різні фактори, такі як джерела забруднення, топографічні особливості, кліматичні умови та інші фактори, що впливають на поширення забруднення. Це дозволяє визначити критичні зони, де забруднення має найбільший негативний вплив, і приймати обґрунтовані рішення для мінімізації його наслідків.

Підходи, засновані на системах геопросторового аналізу, допомагають виявити оптимальні шляхи зменшення забруднення, встановити моніторингові системи та розробити стратегії для покращення якості довкілля та здоров'я громад. Використання геоінформаційних систем дозволяє ефективно моделювати поширення забруднення і прогнозувати його можливі наслідки. Також забезпечує зручний і точний спосіб збору, обробки і аналізу геопросторових даних, які включають дані про джерела забруднення, кліматичні умови, географічні особливості та інші фактори [35].

Завдяки цим даним, геоаналітичні системи дозволяють створювати реалістичні моделі розповсюдження забруднення, враховуючи різноманітні впливи та фактори. Ці моделі допомагають ідентифікувати критичні зони забруднення, прогнозувати його можливі наслідки та оцінювати його вплив на навколишнє середовище та здоров'я населення.

Застосування геопросторово інформаційної системи у плануванні та управлінні ресурсами дозволяє приймати обґрунтовані рішення щодо зменшення впливу забруднення на здоров'я населення. Вони дозволяють виявляти проблемні ділянки, встановлювати потенційні шляхи розповсюдження забруднення та оцінювати ризики для громадського здоров'я. Це дозволяє розробляти стратегії зменшення забруднення, впроваджувати ефективні моніторингові системи і впливати на прийняття рішень з метою поліпшення якості довкілля та забезпечення здорового середовища для мешканців [36].

Геопросторові інформаційні системи в межах Полонської об'єднаної територіальної громади використовуються для комплексного аналізу та управління геопросторовою інформацією. Ці системи можуть включати в себе картографічні дані, демографічну інформацію, економічні показники та інші релевантні дані для забезпечення кращого управління та прийняття рішень в галузі розвитку території та інфраструктури.

У теперішній момент, однією з найбільш перспективних та повнофункціональних геоінформаційних систем є QGIS, якій приділяється значна увага у великій кількості наукових роботах [37].

Використання ГІС для оцифрування річок, об'єктів природно-заповідного фонду (ПЗФ), боліт, лісів, населених пунктів і доріг у Полонській ОТГ сприяє створенню цифрових картографічних представлень цих об'єктів. Таблиці з даними в програмі QGIS надають можливість зберігати, організувати та взаємодіяти з атрибутною інформацією для об'єктів на карті. Важливим аспектів є те, що таблиці з даними в програмі QGIS є ключовим елементом для зберігання та управління атрибутною інформацією об'єктів на карті.

Вони містять атрибути, такі як назва, площа, населення та інші, дозволяючи проводити пошук, фільтрацію та редагування даних. Завдяки можливості обчислення полів можна створювати нові атрибути або розраховувати значення для аналізу. З'єднання таблиць дозволяє отримати

комплексну інформацію, а експорт та імпорт полегшують обмін даними між різними форматами.

Загалом, таблиці з даними в QGIS полегшують організацію та роботу з атрибутивною інформацією під час розробки та аналізу картографічних проектів.

Це може полегшити аналіз та управління природними ресурсами, а також планування розвитку та інфраструктури на території об'єднаної територіальної громади.

Оцифровані дані можуть використовуватися для ефективного визначення розташування об'єктів, їх характеристик та взаємодії з іншими чинниками в геопросторовому аспекті.

За допомогою геоінформаційних технологій та програмного забезпечення QGIS було оцифровано 26 населених пунктів, які представлені на Рис 1

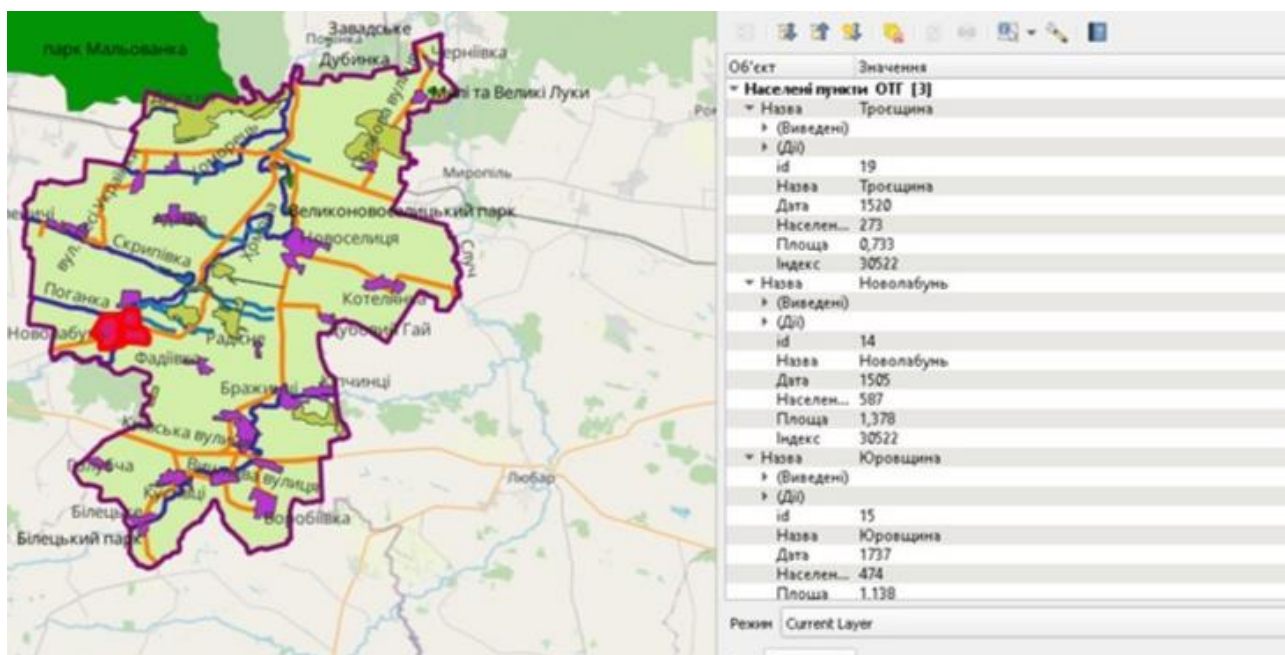


Рис.1 – Оцифровані населені пункти Полонської ОТГ

Ця інформація включає координати, розташування, розмір, дату заснування, поштовий індекс а також може містити додаткові дані про населення, інфраструктуру чи інші характеристики цих населених пунктів.

Оцифрування заказників та заповідників у геоінформаційних системах, таких як QGIS, включає в себе введення географічних координат та атрибутів, які визначають їхні характеристики. Цей процес передбачає створення полігонів або ліній для представлення географічних меж заказників та заповідників [37]. Атрибутивна інформація може включати дані про природні ресурси, види флори та фауни, адміністративний статус тощо. Об'єктів природно-заповідного фонду було оцифровано – 10.

Оцифрування надає зручний цифровий засіб для візуалізації, аналізу та управління цими особливими природними територіями.

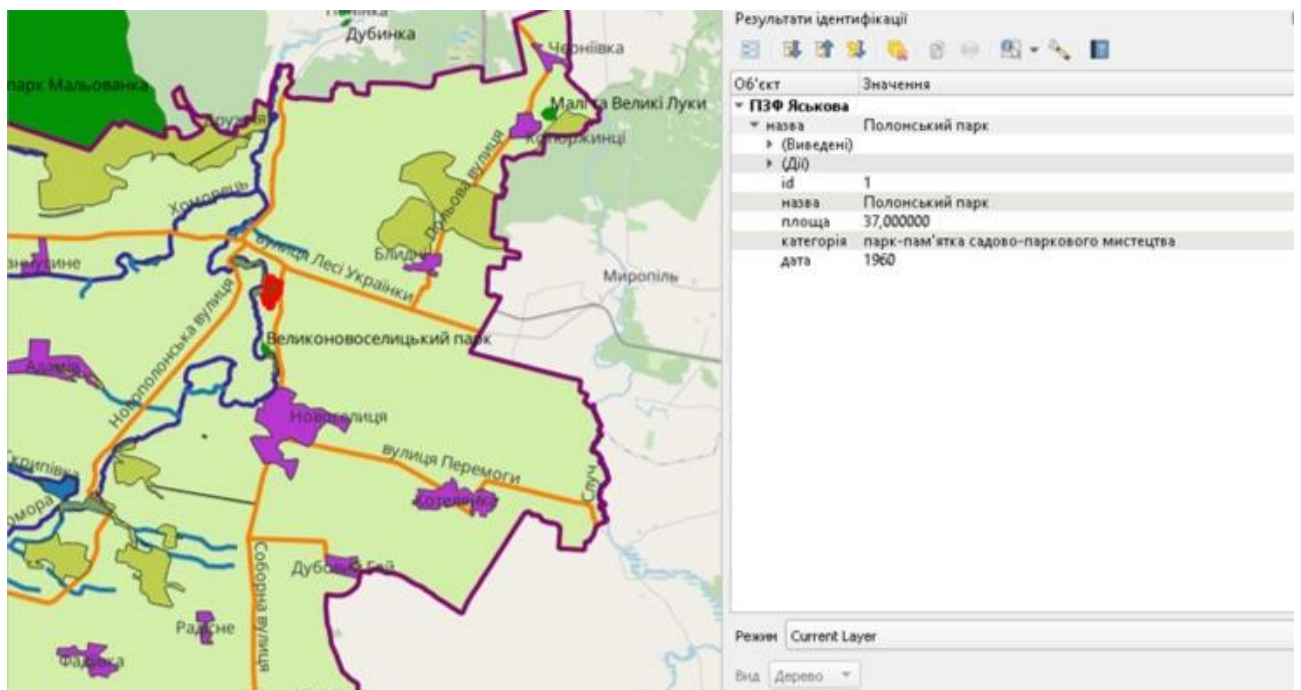


Рис.2 – Оцифрований природно-заповідний фонд Полонської ОТГ

Оцифрування доріг у геоінформаційних системах, таких як QGIS, вносить значний вклад у управління та аналіз транспортної інфраструктури. Цей процес передбачає введення географічних координат та інших атрибутів, що дозволяє точно визначити розташування та просторові характеристики доріг. Цифрові дані стають основою для створення детальних карт, полегшуючи візуалізацію та аналіз транспортної мережі. Крім того, вони корисні для планування

розвитку територій, аналізу стану дорожньої інфраструктури та визначення оптимальних маршрутів.

Оцифровані дані інтегруються з іншими геоінформаційними даними, сприяючи комплексному аналізу та управлінню транспортними комунікаціями, та відкривають нові можливості для ефективного моніторингу та прийняття обґрунтованих рішень.

Загально на території Полонської ОТГ було оцифровано 20 доріг.

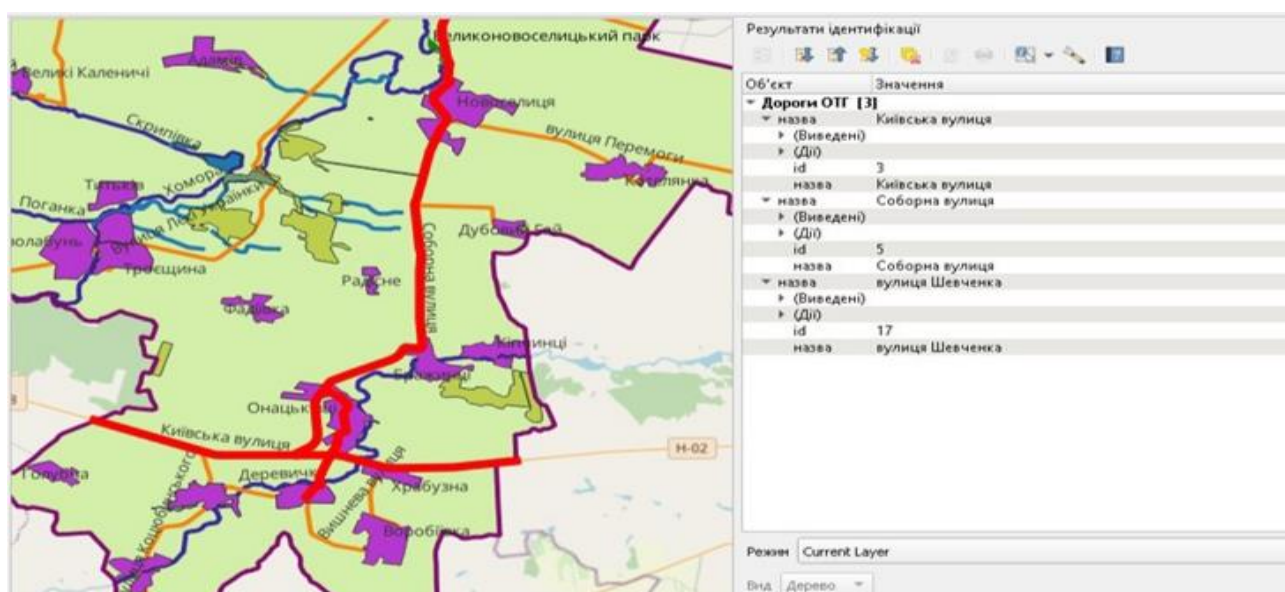


Рис.3 – Оцифровані дороги Полонської ОТГ

Оцифрування лісів в об'єднаних територіальних громадах за допомогою геоінформаційних систем вносить значний внесок у збереження та управління лісовими ресурсами. Цей процес передбачає введення географічних координат та інших атрибутів для точного визначення розташування лісових масивів.

Оцифровані дані про ліси дозволяють створювати детальні карти лісового покриття, що полегшує візуалізацію та аналіз їх розташування. Це надає можливість ефективного моніторингу та управління станом лісів, враховуючи їхню площу, типи деревини, ступінь зрілості та інші характеристики.

Оцифровані дані також корисні для визначення зон для природоохоронних заходів та створення стратегій раціонального використання

лісових ресурсів в межах ОТГ. Це допомагає зберігати біорізноманіття, попереджати незаконну рубку та сприяти сталому лісовому господарюванню на території громади.

На території громади було оцифровано понад 20 лісів та лісових насаджень.

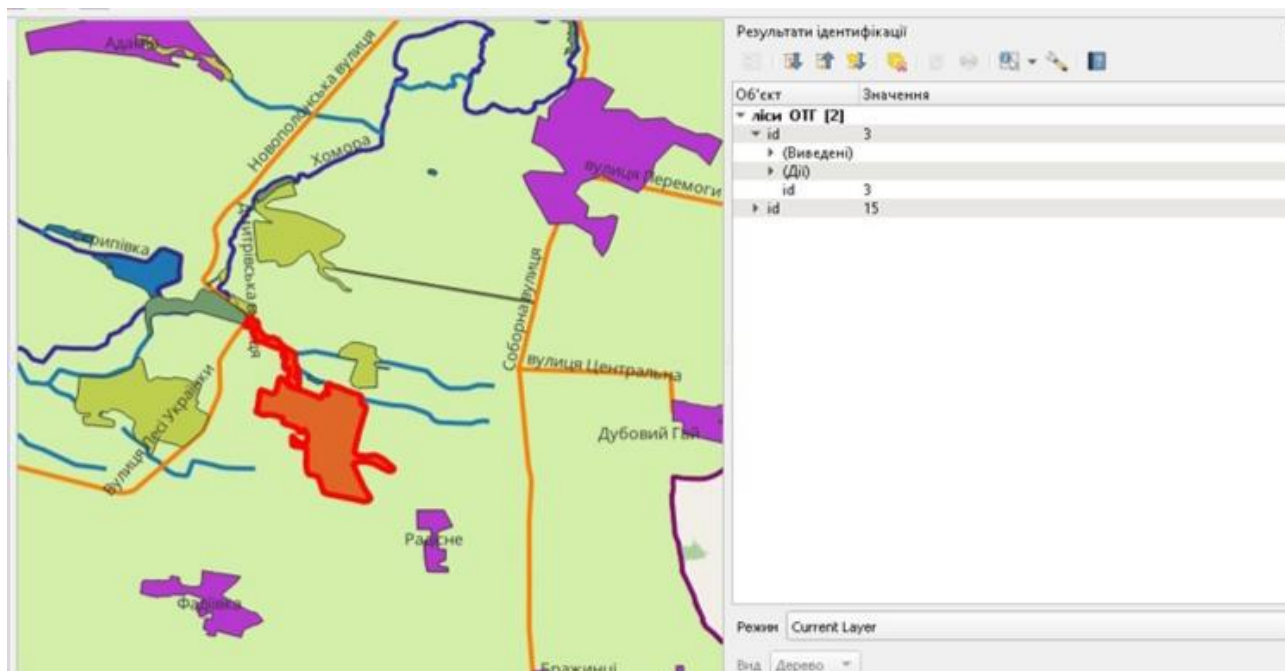


Рис.4 – Оцифровані ліси Полонської ОТГ

Оцифрування річок, боліт та озер в ОТГ за допомогою геоінформаційних систем має значний потенціал у різних аспектах. Зокрема, цей процес дозволяє вести екологічний моніторинг, слідкувати за станом водних об'єктів та їх змінами в розташуванні.

Отже, оцифрування водних об'єктів в ОТГ сприяє збору, аналізу та використанню географічних даних для збереження водних ресурсів та забезпечення сталого управління ними.

На території громади було оцифрована така кількість водних об'єктів: річок – 8, озер – 6, притоки – 19, болота – 8.

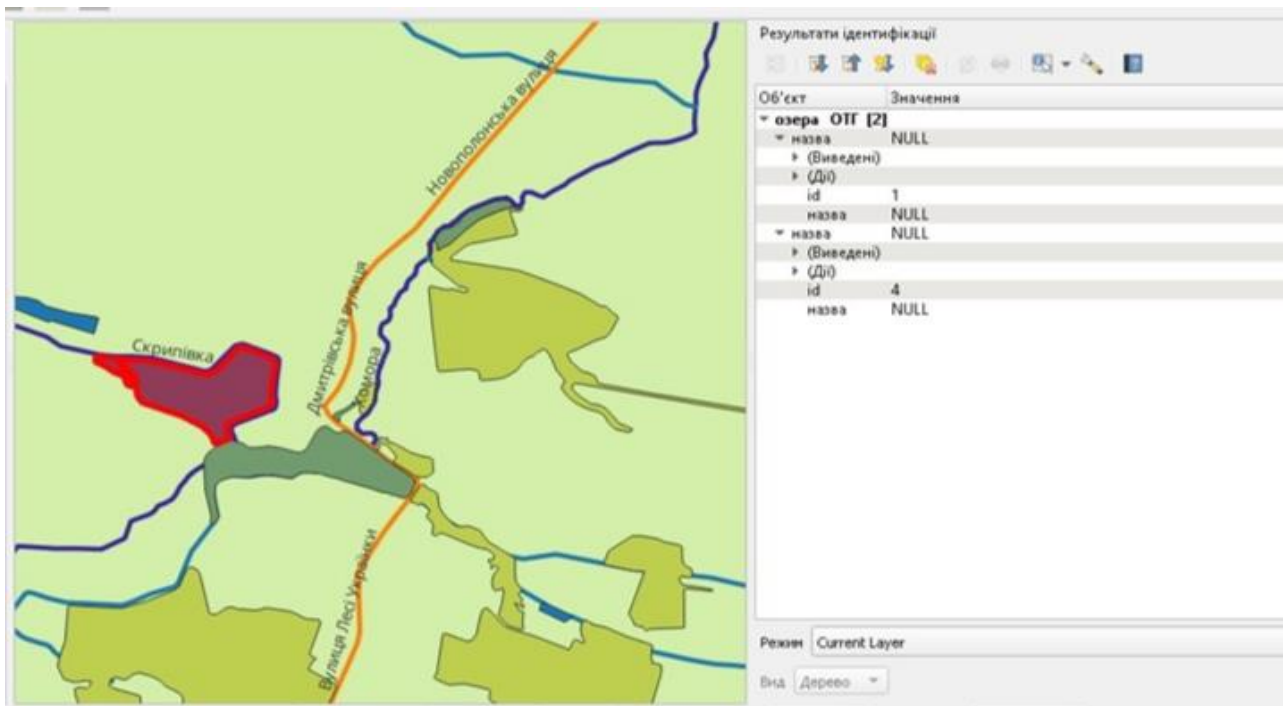


Рис.5 – Оцифровані озера та болота Полонської ОТГ

Оцифровані дані є важливим інструментом при розробці екологічних стратегій та плануванні заходів з охорони довкілля, зокрема, водних систем. Цей процес також сприяє управлінню водними ресурсами та геопросторовому аналізу, дозволяючи виявляти взаємозв'язки між водними об'єктами та іншими аспектами довкілля.

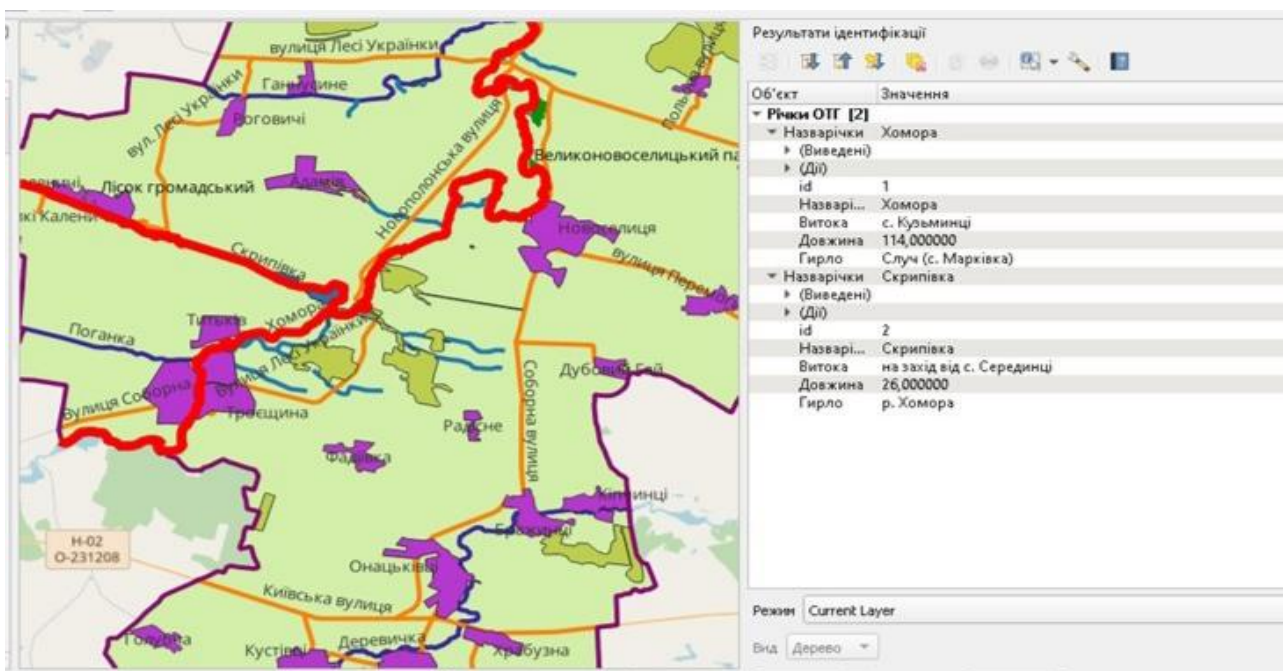


Рис.6 – Оцифровані річки Полонської ОТГ

Оцифрування сільськогосподарських земель в об'єднаних територіальних громадах за допомогою геоінформаційних систем вносить значний внесок у раціональне використання та управління сільськогосподарськими ресурсами. Цей процес передбачає введення географічних координат та інших атрибутів для точного визначення розташування сільськогосподарських ділянок.

Оцифровані дані про сільськогосподарські землі дозволяють створювати детальні карти земельного використання, враховуючи їхню придатність для різних сільськогосподарських культур, якість ґрунтів та інші параметри. Це полегшує аналіз та планування розвитку сільськогосподарського сектору в ОТГ.

На території громади було оцифровано 12 об'єктів сільськогосподарських земель, 11 пасовищ та 10 зелених зон.

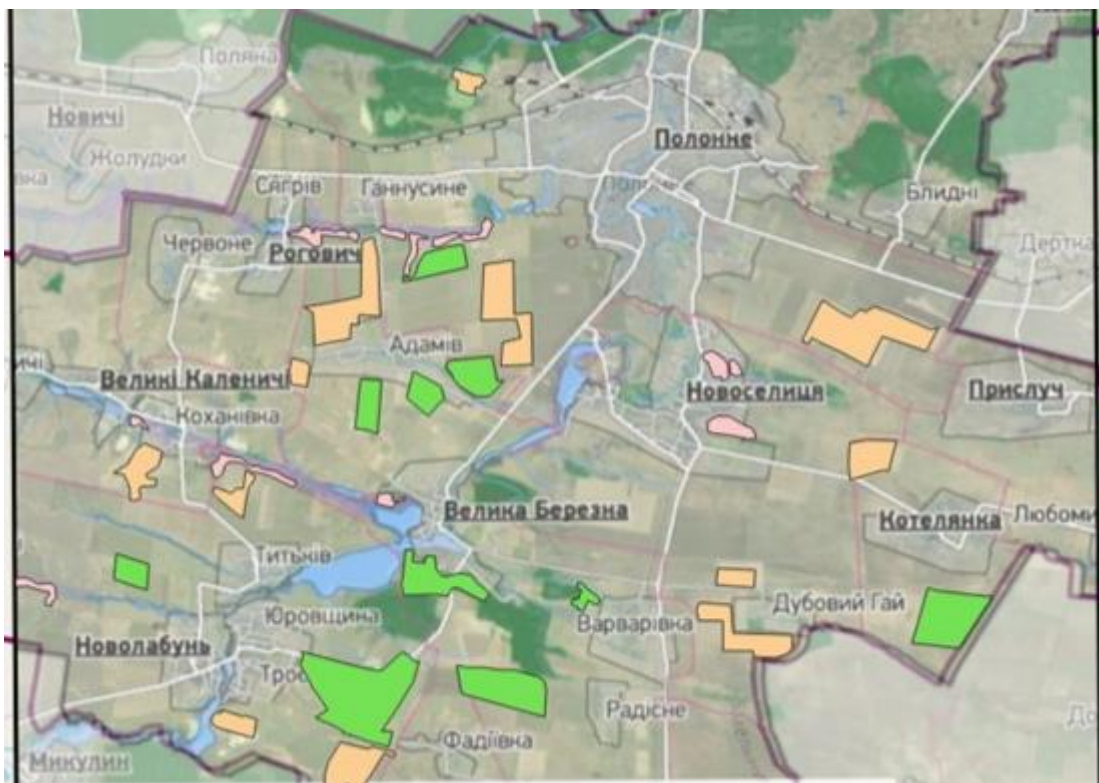


Рис.7 – Оцифровані сільськогосподарські землі , пасовища та зелені зони Полонської ОТГ

Оцифровані дані також корисні для ефективного управління земельними ресурсами, враховуючи розподіл сільськогосподарських ділянок, власників, використання земель та інші аспекти. Це допомагає вирішувати завдання щодо оптимізації земельних ресурсів, забезпечення сталого розвитку сільських територій та підвищення продуктивності сільськогосподарських угідь у межах ОТГ.

3.2 Геоінформаційні системи забруднення ґрунтів кадмієм у м. Полонне

Важкі метали – група хімічних елементів з великими атомними ядрами та значною атомною масою. Важкі метали є природною частиною складу землі і можуть потрапляти у воду, їжу та ґрунт. Деякі важкі метали необхідні для життя в надзвичайно низьких концентраціях, наприклад мідь і цинк, які є важливими мікроелементами для рослин і тварин.

З іншого боку, метали, такі як свинець і кадмій, виявляють негативний вплив навіть при низьких концентраціях і є токсичними для більшості живих організмів. Кадмій, зокрема, визнається одним з найбільш токсичних важких металів і викликає шкідливі наслідки для практично всіх форм життя.

Кадмій може бути дуже токсичним для людей і тварин і може викликати серйозні захворювання, якщо їх надмірно великі концентрації потрапляють в навколишнє середовище або організм [38].

Тому контроль за вмістом важких металів в навколишньому середовищі та продуктах споживання є важливим завданням для забезпечення безпеки життя та здоров'я людей та охорони довкілля.

Кадмій потрапляє в ґрунт та воду через викиди промислових джерел і некоректну обробку сміття, що викликає серйозне забруднення природного

середовища. Розповсюдження цього металу може мати значний вплив на екосистеми, призводячи до потенційних негативних наслідків для біорізноманіття та здоров'я людей.

Кадмій у ґрунті існує у різних формах, таких як утворення добре розчинних солей та оксидів, адсорбція на поверхні мінералів та взаємодія з органічними кислотами [38]. Його накопичення в основному відбувається у поверхневому шарі ґрунту, головним чином у формі іонів Cd^{2+} та хелатованої форми. Взаємодія з кореневою системою рослин та рівень кислотності ґрунту суттєво впливають на доступність кадмію для поглинання рослинами.

Для відновлення забруднених кадмієм територій застосовують кілька видів технологій. Ґрунти, що містять важкі метали, можуть бути очищені за допомогою хімічних, фізичних та біологічних методів.

Велика кількість кадмію потрапляє в навколишнє середовище через продукти горіння, особливо під час лісових пожеж. Частково через лужну реакцію золи, кадмій утворює нерозчинні сполуки та має обмежену засвоюваність рослинами. Незважаючи на це, він накопичується у ґрунті та, при його закисленні, стає доступним для рослин [38,39].

Автомобільний рух має великий вплив на забруднення кадмієм та свинцем у ґрунтах поблизу автомагістралей. Навіть після припинення чинників, що сприяли накопиченню цих важких металів, їх концентрації в ґрунтах залишаються на високому рівні через тривале виведення забруднень. Це пояснюється довготривалим процесом виведення цих важких металів, що підкреслює стійкість їх впливу навіть після ліквідації джерела забруднення.

Хімічний елемент кадмій, з атомним номером 48 і позначенням Cd, представляє собою один із найбільш токсичних важких металів, який впливає негативно на практично всі живі організми. Кадмій є м'яким, сріблясто-білим, легкоплавким металом. В природі він зустрічається переважно як домішка в рудах інших металів у вигляді оксидів, сульфідів і карбонатів, найчастіше у мінералах цинку. Активне викидання кадмію в навколишнє середовище

переважно пов'язане з металургійною та автотранспортною промисловістю, електростанціями і використанням фосфатних добрив.

Додатково, кадмій проникає в навколишнє середовище через теплові електростанції та заводи, які використовують цей метал у виробництві. Одним із основних джерел забруднення є також використання фосфатних добрив, що сприяє активному поширенню кадмію в ґрунті та водоймах. Це створює потенційну загрозу для екосистем та здоров'я людей, оскільки кадмій може накопичуватися в організмах через ланцюг живлення [40].

Кадмій, надто отруйний для людей і тварин, може накопичуватися в організмі, спричиняючи серйозні проблеми зі здоров'ям, такі як ураження нирок і легень. Він впливає на печінку та, при збільшених концентраціях, може мати канцерогенний ефект. Протягом тривалої експозиції кадмію може виникнути ряд серйозних захворювань, включаючи ниркові проблеми, порушення дихальної системи та ризик раку [41].

Кадмій може потрапляти в організм людини через вдихання пилу або парів, а також через споживання продуктів, що містять цей метал. Ця експозиція може призвести до серйозних наслідків для здоров'я, оскільки кадмій є одним з найбільш шкідливих хімічних елементів для людини [41].

Його накопичення у нирках може призвести до викривлень, деформацій а також крихкості кісток, супроводжуючись сильним болем. Крім того, кадмій володіє канцерогенним потенціалом, і протягом життя його вміст у нирках може збільшитися від 100 до 1000 разів [42].

Експозиція кадмію може викликати хронічні ниркові захворювання та серйозно ушкоджувати цей орган, що проявляється у підвищенні рівня білка в сечі, гіпертонії та інших проблемах. Крім того, кадмій, як канцероген, збільшує ризик виникнення раку, зокрема легень та простати. Основна загроза полягає в тому, що кадмій може накопичуватися в рослинах і потрапляти в організми тварин через харчові ланцюги.

Таким чином, основний шлях його потрапляння в організм людини - через продукти харчування та воду. Здатність кадмію до акумуляції, зокрема в печінці людини, робить його постійне, навіть невелике, вплив на організм серйозною загрозою для здоров'я [42].

Кадмій викликає ушкодження мітохондрій у тварин і людей, спричиняючи різні проблеми, такі як порушення фосфорно-кальцієвого обміну, ураження центральної нервової системи та ниркова недостатність. В рослин виявляється через симптоми, такі як в'янення листя, хлороз, порушення водного балансу та закриття продихів.

Кадмій використовується в виробництві акумуляторних батарей, фарб, пластмас та як стабілізатор у виробництві сплавів. Також використовується для створення електрохімічних сполук у гальванічному виробництві та інших процесах.

Кадмій використовується у виробництві нікель-кадмієвих акумуляторів (NiCd). Вони застосовуються у різних пристроях, від портативних електронних пристроїв до літаків і автомобільних стартових батарей. Проте через токсичність кадмію і негативний вплив на довкілля, цей тип акумуляторів поступово витісняється іншими технологіями, такими як літій-іонні акумулятори.

Кадмійсульфіди використовуються у фарбах і пігментах для створення яскравих і стійких до вигорання кольорів у різних застосуваннях, включаючи автомобільні фарби, живопис і друк [40,42].

Важливо враховувати, що через токсичність кадмію і його негативний вплив на здоров'я і довкілля, багато країн і регулюючі органи обмежують використання цього металу і розробляють альтернативи з меншим впливом на довкілля та здоров'я. А також виробники активно працюють над розробкою більш екологічно безпечних матеріалів і технологій, що зменшує залежність від кадмію.

Люди, які працюють у промисловості, де вони можуть мати контакт з кадмієм, повинні дотримуватися високих стандартів безпеки та користуватися відповідними захисними засобами. Крім того, важливо контролювати експозицію до цього металу в будь-якому контексті, щоб забезпечити безпеку та захист здоров'я [43].

Виявлення вмісту важких металів у ґрунтах м. Полонне є дуже важливим з екологічного та громадського погляду. Перш за все, екологічний аналіз дозволяє оцінити рівень забруднення території цими металами, що може негативно впливати на рослинність, тваринний світ та водні ресурси, і таким чином є ключовим елементом збереження природного середовища.

Також вміст важких металів у ґрунтах може впливати на якість продуктів, які вирощуються на цій території, маючи прямий вплив на безпеку харчування та здоров'я мешканців, особливо тих, хто проживає в даній області.

Отримана інформація також має важливе значення для розробки стратегій ефективного використання та охорони природних ресурсів, таких як ґрунти. Вона служить основою для планування територіального розвитку та забезпечення екологічно стабільного росту, дозволяючи враховувати особливості забруднення у прийнятті рішень.

Не менш важливою є можливість проведення екологічного моніторингу для встановлення динаміки змін рівнів забруднення протягом часу. Це слугує основою для ефективної реалізації заходів з охорони довкілля та систематичного контролю за станом природних ресурсів на даній території. Такий підхід сприяє збереженню екологічної стійкості та врешті-решт визначає шляхи для її поліпшення.

Саме тому були відібрані проби ґрунту у м. Полонне та проведені дослідження, методом лінійної інтерполяції за допомогою програмного забезпечення QGIS була створена карта забруднення.

Створення карти забруднення ґрунтів у м. Полонне за допомогою програми QGIS є важливим етапом в аналізі екологічної ситуації. Ця карта

дозволяє візуалізувати та аналізувати рівні забруднення ґрунтів на конкретній території, забезпечуючи точний та деталізований огляд. Використання QGIS дозволяє не лише моніторити зміни в часі, але й служить ефективним інструментом для орієнтованого прийняття рішень владою та громадськістю з метою поліпшення екологічної ситуації та управління природними ресурсами міста.

3.3 Геоінформаційні системи забруднення ґрунтів свинцем у м. Полонне

Забруднення свинцем вздовж автомагістралей в основному походить від викидів автомобілів, які містять ці токсичні метали. Навіть після припинення факторів, що сприяли цьому забрудненню, концентрація кадмію і свинцю у ґрунтах залишається на високому рівні протягом тривалого періоду через повільний процес очищення ґрунту від цих токсичних речовин [44].

Ця проблема залишається актуальною, навіть після відмови від виробництва свинцевого бензину в багатьох країнах. Незважаючи на зменшення викидів свинцю з автомобілів, забруднені ділянки ґрунту вздовж доріг продовжують залишатися потенційно небезпечними для навколишнього середовища і здоров'я людей. Це вказує на необхідність уваги до вирішення та моніторингу цієї проблеми, зокрема застосування ефективних заходів для зменшення впливу важких металів у ґрунтового середовищі та захисту здоров'я громадськості [44].

При оцінці якості ґрунтів, використовуючи загальний вміст важких металів, може виникати недолік у точності, оскільки цей підхід не враховує всі аспекти агроекологічного стану. Коефіцієнт засвоєння цих металів визначається різноманітними чинниками, такими як тип ґрунту, хімічний склад

навколишнього середовища і кліматичні умови. Такий підхід дозволяє більш точно враховувати вплив цих факторів на агрокультури та екосистему, надаючи комплексну оцінку забруднення, що є ключовою у здоровому аграрному та екологічному управлінні.

Для ретельної оцінки ступеня забруднення ґрунту важкими металами необхідно враховувати не лише їх кількість, але й форму присутності та фізико-хімічні характеристики самого ґрунту. Важливо зауважити, що інтенсивність сорбції важких металів ґрунтами визначається рівнем рН середовища, і для кадмію і свинцю цей вплив виявляється виразніше, ніж для інших металів [45].

Вміст свинцю у ґрунтах визначається його концентрацією в ґрунтотвірних породах. Ключові компоненти, що утримують свинець у ґрунті, охоплюють карбонати, глинисті мінерали, оксиди заліза і марганцю, а також органічний гумус.

Особливо важливо відзначити, що високомолекулярні гумінові кислоти проявляють сильніший ефект іммобілізації свинцю, у порівнянні з карбонатами чи гідроксидами, які осідають при високих рівнях рН. Ця особливість спричинює тенденцію до локалізації свинцю в поверхневих гумусових шарах для більшості видів ґрунтів [46].

Свинець є хімічним елементом, який характеризується атомним номером 82 і символом Pb, походючи від латинського слова "plumbum". У Періодичній таблиці елементів свинець відзначається як "Pb", а його атомна маса становить приблизно 207.2 г/моль. Цей метал має важливе застосування в різноманітних галузях, включаючи будівництво, акумуляторну промисловість та інші технічні сфери.

Свинець є високотоксичною кумулятивною речовиною, яка може викликати ураження нервової системи та нирок. Особливо в продуктах консервування, які включають кислоти, зокрема у фруктових і овочевих консервах, вміст свинцю може зростати в 10 разів або більше порівняно із природним рівнем. Свинець в основному накопичується у скелеті, до 90% у

формі важкорозчинного фосфату, що поглиблює його потенційно небезпечний вплив на організм [47].

Отруєння свинцем проявляється рядом симптомів, включаючи враження ясен, ураження нирок, судин і центральної нервової системи. Серед симптомів можуть бути головний біль, запаморочення, підвищення внутрішньочерепного тиску, а також блокування синтезу гемоглобіну.

Важливо зауважити, що отруєння свинцем може виникнути через різноманітні шляхи, такі як інгаляція пилу або контакт із фарбами, що містять свинець, а також через споживання води, яка протікає через свинцеві труби. Інші можливі симптоми отруєння включають головний біль, втому, біль у животі та зміни у психічному стані.

Діти виявляють високу вразливість до отруєння свинцем, оскільки це може суттєво вплинути на їхній фізичний та інтелектуальний розвиток, а також на поведінку. Висока експозиція свинцю у дітей може викликати проблеми у навчанні та розвитку.

Важливо відзначити, що вплив свинцю може спричинити порушення ендокринної системи та гормональний дисбаланс у людей, що може мати серйозні наслідки для репродуктивної системи, навіть при низьких концентраціях цього металу [47].

Свинець може спричинити вплив на центральну нервову систему, викликаючи біохімічні та фізіологічні порушення, навіть при низьких концентраціях у навколишньому середовищі. Це може мати негативний вплив на функціонування нервової системи та викликати різноманітні проблеми пов'язані із здоров'ям людини.

Свинець вважається нейротоксином, що може призводити до пошкоджень нервових клітин. Він має здатність проникати через кровомозковий бар'єр та взаємодіяти з нейронами, що викликає їх ушкодження. Вплив свинцю може виявлятися на синаптичні передачі в нейронах, що може призводити до порушень у передачі нервових сигналів. Підвищені концентрації

свинцю можуть також впливати на нейрохімічний баланс у мозку, збільшуючи вироблення вільних радикалів та зменшуючи рівні антиоксидантів.

Великі дози свинцю у вагітних жінок а також у дітей можуть впливати на розвиток мозку, спричиняючи різноманітні неврологічні відхилення та затримки у розвитку [47,48].

Вплив свинцю на електрофізіологічні показники, такі як електроенцефалограма (ЕЕГ) та викликані потенціали (ОС), може вказувати на його вплив на електричну активність мозку. Ці механізми можуть викликати різноманітні неврологічні порушення та впливати на функціонування центральної нервової системи.

Свинець є важким металом і має сіру-блакитний колір. Він м'який і добре розтягується, що робить його дуже корисним матеріалом для виробництва деяких видів кабелів. Він також використовувався для виробництва водопровідних труб, акумуляторів та печів. Проте через його токсичність, зараз його використовують значно менше і обмежуються більш безпечними альтернативами.

Свинець використовується у виробництві металевих виробів, акумуляторних батарей, фарб, скла, бензину та інсектицидів. Зокрема, свинцеві акумулятори є ключовим елементом в транспортних засобах, UPS-системах, сонячних батареях та інших джерелах живлення. Свинець також використовується для створення різноманітних сплавів, включаючи ловильні сплави для риболовлі та свинцеві олово, які застосовуються в різних галузях виробництва [49].

Важливо відзначити, що, незважаючи на широке використання свинцю у промисловості, цей метал може мати серйозний вплив на навколишнє середовище та здоров'я людей. Зокрема, викиди свинцевих сполук можуть призводити до забруднення атмосферного повітря, ґрунту та водойм, що має потенційно негативний вплив на екосистеми та громадське здоров'я. Продовження вивчення альтернативних технологій та методів зменшення

використання свинцю може бути важливим напрямком для збереження довкілля та здоров'я людей.

Свинцеві труби і архітектурні листи колись широко використовувалися для систем водопостачання та покрівельних робіт. Однак через відомості про токсичність води, яка протікає через свинцеві труби, це використання стало менш популярним. Також слід зазначити, що свинцеві кулі колись застосовувалися в амуніції, але багато країн вирішили обмежити їх використання для збереження природи та навколишнього середовища [49].

Свинець в земній корі переважно накопичується у формі іона Pb^{2+} , іноді в обмеженій кількості у формі іона Pb^{4+} . Він виявляє високі схильності до утворення сульфідних сполук, проявляючи це у формуванні сульфідних мінералів. При взаємодії з розчинами для сульфідуювання, свинець широко диспергується та переходить у залишкові сульфідні продукти [50]. Такий процес підкреслює його властивості та поведінку в контексті сульфідної хімії.

Свинець також виявляє високу геохімічну подібність до цинку, формуючи спільні геохімічні аномалії. Присутність свинцю в ґрунтах міста тісно пов'язана з мінералогічним та гранулометричним складом ґрунтових порід [50]. Завдяки своїй обмеженій розчинності мінералів, свинець мігрує в ґрунтовому середовищі менш інтенсивно порівняно з кадмієм та цинком. Це підкреслює його особливості міграції та взаємодії у ґрунтовому середовищі порівняно з іншими важкими металами [51].

Підвищена концентрація свинцю у верхніх шарах ґрунту головним чином є результатом антропогенних викидів, викликаних промисловими та комунаційними джерелами. Кислотна реакція ґрунтів, обмежена сорбційна здатність та низький рівень гумусу активізують інтенсивне поглиблене засвоєння свинцю рослинами. У верхніх шарах ґрунтів міських територій спостерігається активна нагромадження сполук свинцю, чиє походження переважно пов'язане з антропогенним втручанням [52].

Також слід відзначити, що наявність промислових та транспортних викидів має значний вплив на концентрацію свинцю у ґрунті. Фактори, такі як тип індустрії, обсяг транспортного руху та характер виробництва, визначають ступінь антропогенного втручання. Крім того, дослідження повинно охоплювати різні зони міських територій для визначення географічних аспектів накопичення свинцю в ґрунті [53].

Приналежність свинцю до всіх поверхневих середовищ пов'язана з його широким використанням у виробництві акумуляторів і бензинів, де його сполуки додаються до палива. Частину свинцю, яка накопичується в ґрунті, формується під час згоряння відходів. Крім того, сполуки свинцю знаходять своє використання в виробництві фарб, пестицидів, стабілізаторів пластмас та металевого свинцю у акумуляторах, сплавах та трубах, які використовуються для стічних каналів після завершення виробництва [54].

Слід відзначити, що в процесі виробництва акумуляторів та інших виробів, що використовують свинець, може виникати велика кількість відходів, які, при неправильній утилізації, можуть стати джерелом забруднення ґрунту свинцем. Додатково, неефективне видалення або обробка цих відходів може призвести до додаткового накопичення свинцю в навколишньому середовищі. Такий аспект важливий для розуміння повного впливу промислових процесів на забруднення ґрунту цим важким металом [55].

Виявлення вмісту свинцю в ґрунті територіальної громади є одним з ключових етапів екологічного моніторингу та аналізу впливу на довкілля. Отримані дані ілюструють рівні забруднення ґрунту свинцем, вказуючи на варіації концентрацій забруднюючих елементів в дослідженій території. Цей інструмент надає візуальну репрезентацію розподілу забруднюючих речовин, що є корисним для систематичного моніторингу та аналізу динаміки забруднення, зокрема свинцем, на вивченій території. Високий вміст свинцю може впливати на якість ґрунтових продуктів, що є важливим аспектом для забезпечення безпеки харчування та здоров'я мешканців ОТГ. Ці дані також

служать основою для розробки стратегій зменшення забруднення та впровадження заходів з охорони довкілля, сприяючи екологічній стійкості та правильному розвитку громади.

Тому були відібрані проби ґрунту у м. Полонне та проведені дослідження, методом лінійної інтерполяції за допомогою програмного забезпечення QGIS була створена карта забруднення.

3.4 Дослідження забруднення ґрунту важкими металами м. Полонне

Забруднення ґрунтів важкими металами є актуальною екологічною проблемою, що вимагає негайної уваги та дослідження. Збільшення вмісту важких металів у ґрунтах може призвести до порушень екосистем, загроз для водних ресурсів та ризиків для здоров'я людей через харчові ланцюги [56].

Під час досліджень вмісту важких металів в ґрунтах м. Полонне нами використовувався спеціалізований метод такий як атомно-абсорбційна спектрофотометрія, для визначення концентрацій важких металів у пробах ґрунту.

Суть цього методу полягає в екстрагуванні рухомого свинцю та кадмію із ґрунту за допомогою ацетатно-амонійного буферного розчину з рН 4,8, а подальше визначення їх концентрації на спектрофотометрі після атомізації проби у повітряно-ацетиленовому полум'ї. Цей метод ґрунтується на спроможності атомів у основному стані поглиблювати світло зі специфічними для кожного типу атома довжинами хвиль, і відбувається шляхом атомізації проби.

Відбирання проб ґрунту виконуються на землях, які не зазнали антропогенного впливу. Це є важливим етапом для отримання репрезентативних даних про природний стан ґрунтового середовища. Це

дозволяє здобути базову інформацію про склад, властивості та рівновагу ґрунтів у природних умовах, що є ключовим для порівняння з аналогічними областями.

Першим етапом є одержання доступу до місця відбирання проб, що включає видалення покриття чи ущільнення, а також використання копання чи буріння свердловини для досягнення бажаної глибини відбирання проб, в нашому випадку глибина сягала від 10 до 20 см. Другий етап передбачає узяття проби ґрунту. Проби ґрунту відбираються у поліетиленові пакети. Вага кожної проби повинна бути не менше 1 кг [57].

Обидва етапи в атомно-абсорбційній спектрофотометрії взаємодіють між собою взаємозалежно, та успішність кожного кроку невіддільна від ефективного виконання іншого. Під час відбору проб необхідно систематично дотримуватися принципів відбору, щоб забезпечити точні та репрезентативні результати від атомно-абсорбційних вимірювань.

Безпосередньо після збору ґрунтових проб їх сушать до абсолютно сухого стану в добре провітрюваному приміщенні або за допомогою сушильної шафи з регульованою температурою. Цей процес спрямований на видалення всіх слідів вологи з проб для забезпечення точності аналітичних результатів.

Цей етап сушіння є критичним, оскільки він дозволяє видалити будь-яку залишкову вологу, що може впливати на точність аналізу ґрунту. Забезпечуючи абсолютно сухий стан проб, ми максимізуємо надійність результатів і забезпечуємо, що будь-які хімічні чи фізичні зміни в ґрунті фіксуються на початковому етапі дослідження.

Результати визначення рухомих форм важких металів у ґрунтах м. Полонного наведено у таблиці 1

Таблиця 1 – Визначення рухомих форм важких металів у ґрунтах м. Полонне

№	Кадмій (Cd), мг/кг	Свинець (Pb), мг/кг
---	--------------------	---------------------

	ГДК = 0,5	ГДК = 6
1	0,29102 мг/кг	2,614570 мг/кг
2	0,31058 мг/кг	0,95926 мг/кг
3	0,24365 мг/кг	1,096510 мг/кг
4	0,40071 мг/кг	3,314330 мг/кг
5	0,33255 мг/кг	3,077820 мг/кг
6	0,15259 мг/кг	0,72045 мг/кг
7	0,29266 мг/кг	2,040710 мг/кг
8	0,326 мг/кг	1,291440 мг/кг
9	0,32411 мг/кг	0,88451 мг/кг

Використання атомно-абсорбційної спектрофотометрії під час досліджень вмісту важких металів в ґрунтах м. Полонне є сучасним та високоточним методом аналізу. Цей спеціалізований підхід дозволяє точно та чутливо визначити концентрації важких металів у зібраних пробах ґрунту, що є ключовим для отримання достовірних результатів дослідження впливу цих металів на довкілля на даній території.

Комплексна оцінка забруднення ґрунтів, яка враховує сумарну кількість важких металів, розрахована за формулою сумарного показника забрудненості ґрунтів (Z_c). Цей показник обчислюється, враховуючи реальні концентрації хімічних елементів у ґрунті та гранично допустимі концентрації забруднюючих речовин:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n (Kc_i) - (n - 1)$$

Сумарний показник забрудненості ґрунтів (Z_c) визначається як сума коефіцієнтів концентрації (Kc_i) для кожного врахованого хімічного елемента у пробі ґрунту, де n – це кількість врахованих хімічних елементів.

Коефіцієнт концентрації визначається за формулою:

$$K_{ci} = C/GDK$$

де C – реальний вміст визначеного хімічного елемента в ґрунті, мг / кг;
 GDK – гранично допустима концентрація забрудненої речовини, мг / кг.

Ці дві формули зазвичай використовуються при визначенні вмісту важких металів у ґрунтах на певній території. Також вони є одним з важливих інструментів для науковців, екологів і управлінців при вивченні та моніторингу якості ґрунтів.

Оскільки забруднення може бути багатоаспектним, враховуючи різноманітні забруднюючі речовини, їх концентрації та взаємодії, формули комплексної оцінки дозволяють отримати загальний показник, що відображає ступінь екологічного ризику.

Ці формули базуються на різних методологіях, враховуючи стандарти безпеки, екологічні нормативи та інші фактори. Вони дозволяють враховувати взаємодію різних забруднюючих речовин, оцінювати їхній кумулятивний ефект та визначати загальний вплив на екосистему.

Ці комплексні оцінки стають основою для розроблення стратегій та заходів з управління забрудненням ґрунтів. Вони допомагають визначити пріоритети для реабілітації ґрунтів, розробляти плани дій та встановлювати межі прийнятної концентрації забруднюючих речовин. Застосування формул комплексної оцінки сприяє ефективному та науково обґрунтованому вирішенню проблем екологічного забруднення ґрунтів.

Після обробки даних і визначення концентрацій забруднення ґрунтів, був обраний метод інтерполяції. Проведення інтерполяції дозволяє отримати розподіл забруднення по всьому місту. Важливо валідувати точність інтерполяції, порівнюючи прогнози з реальними даними, та візуалізувати результати для кращого розуміння.

Результати забруднення ґрунтів свинцем у м. Полонне наведені на Рис.8

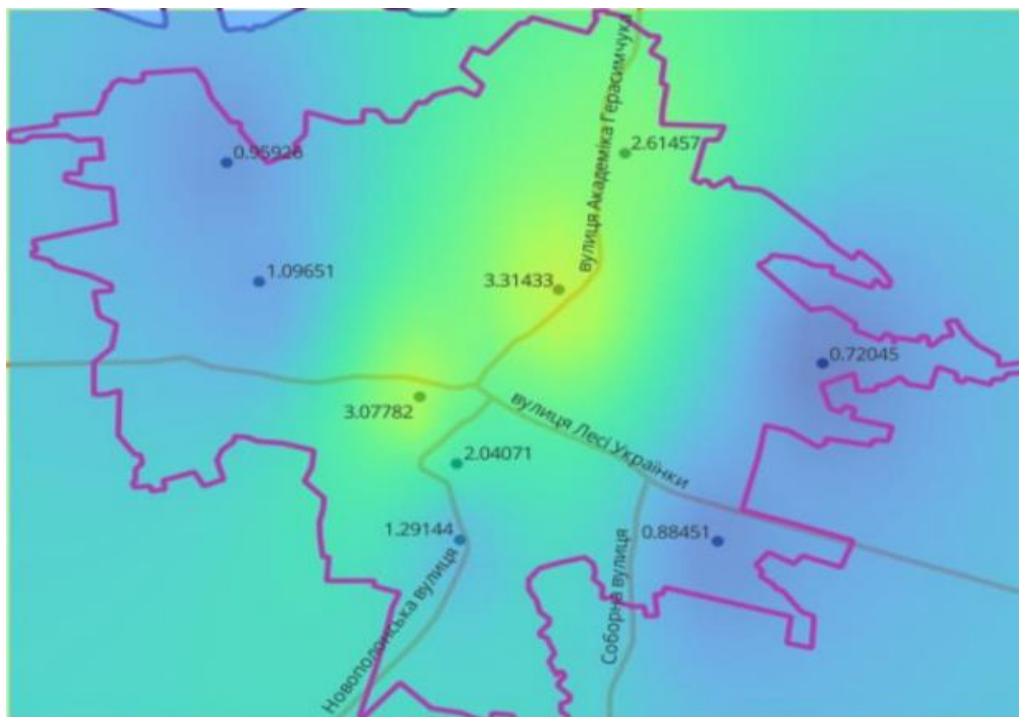


Рис.8 – Карта забруднення ґрунтів свинцем м. Полонне , методом інтерполяції

На Рис.8 чітко видно що найвищі концентрації знаходяться у центральній частині міста , вздовж дороги – 2,614570 мг/кг, 3,314330 мг/кг, 3,077820 мг/кг, 2,040710 мг/кг, через можливі викиди від автотранспорту. Середня концентрація по місту становить – 1,291440 мг/кг, 1,096510 мг/кг, сама нижча концентрація по місту становить – 0,95926 мг/кг, 0,72045 мг/кг, 0,88451 мг/кг. Середні та найнищі концентрації знаходяться на окраїні міста, де віддаленість від джерел промислового викиду та транспортного руху, що зменшує ризик забруднення ґрунту.

Забруднення ґрунтів свинцем м. Полонне не перевищують допустимі значення ГДК яке = 6, чим забезпечують відповідність нормативам та контролю за забрудненням ґрунтів [58].

Виявлення вмісту кадмію в ґрунті є важливим з приводу його потенційної негативної взаємодії з навколишнім середовищем та здоров'ям людей.

Кадмій може потрапити в ґрунт різними шляхами. Використання кадмію у сільському господарстві, наприклад, у пестицидах чи добривах, також може призвести до його введення в ґрунт. Неправильна обробка відходів, що містять кадмій, або відпрацьованих батарей, може сприяти його викидам в ґрунт. Деякі ґрунти можуть також містити природні джерела кадмію, такі як геологічні утворення чи рослини, які накопичують цей метал. Запобігання надмірному потраплянню кадмію в ґрунт включає відповідні екологічні норми, контроль за промисловими викидами, правильну утилізацію відходів та раціональне використання агрохімікатів.

Результати забруднення ґрунтів кадмієм у м. Полонне наведені нижче на Рис.9

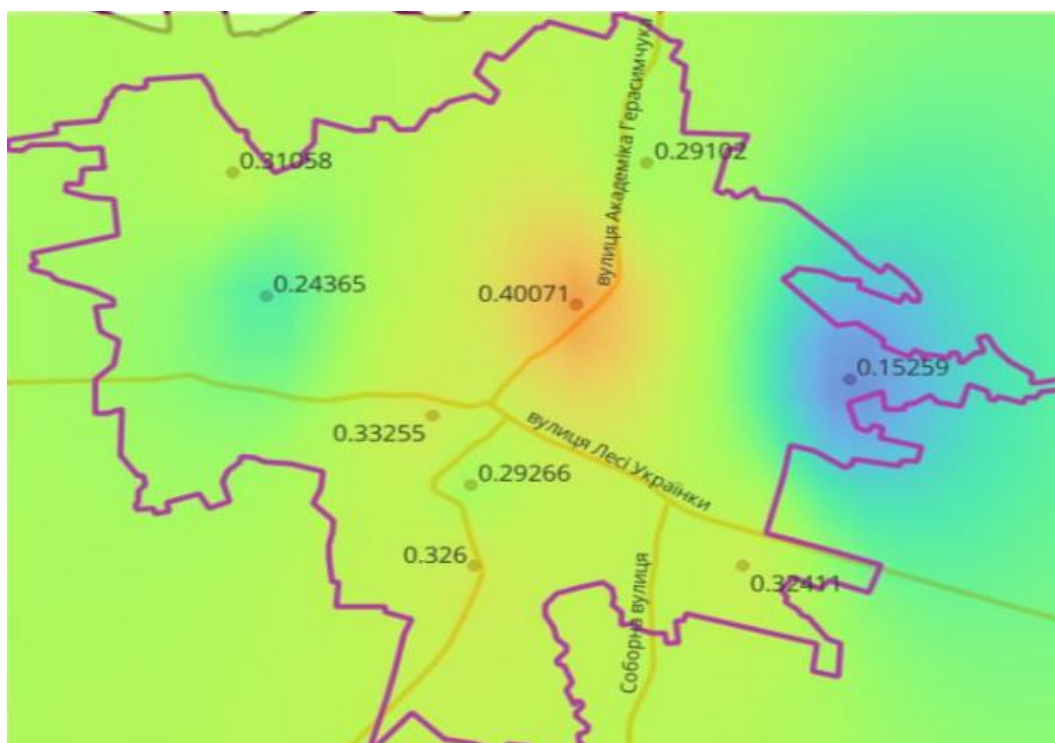


Рис.9 – Карта забруднення ґрунтів кадмієм м. Полонне , методом інтерполяції

Найвищі концентрації кадмію по місті становлять – 0,40071 мг/кг, 0,33255 мг/кг, 0,326 мг/кг, 0,31058 мг/кг, 0,32411 мг/кг. Середня концентрація по місту

становить – 0,29266 мг/кг, 0,29102 мг/кг, 0,24365. Сама нижча концентрація по місту становить – 0,15259 мг/кг.

Допустимі значення ГДК для кадмію становлять 0,5. Отже перевищень ГДК немає.

Здійснення висновків про розподіл забруднюючих речовин та можливі джерела забруднення допомагає у прийнятті ефективних заходів для збереження якості ґрунту в міському середовищі.

ВИСНОВКИ

Оцифрування природних об'єктів за допомогою геоінформаційних систем є не лише технологічним вдосконаленням, але й важливою стратегічною складовою розвитку Полонської територіальної громади. Цей процес надає можливість систематизації та аналізу природних ресурсів, що є визначальним для збалансованого та сталого розвитку.

Детальне вивчення природних компонентів дозволяє вживати цілеспрямовані заходи щодо екологічної безпеки та раціонального використання території, сприяючи процвітанню та підвищенню якості життя місцевого населення.

Для оцінки природно-ресурсного потенціалу Полонської територіальної громади використовувалися методи геоінформаційного аналізу та вивчення географічних даних. Здійснювалося оцифрування природних об'єктів, таких як ліси, річки, озера, а також сільськогосподарські землі. Геоінформаційні системи, зокрема QGIS, використовувалися для створення картографічних шарів, які відображали різні компоненти природно-ресурсного потенціалу.

Аналіз отриманих даних дав можливість визначити розподіл природних ресурсів та їх взаємозв'язок із соціально-економічними факторами на території ОТГ. Такий підхід дозволив систематизувати та оцінити різноманітні аспекти природно-ресурсного потенціалу, що є важливим для раціонального природокористування та розвитку території.

Для проведення дослідження етапів та актуальних аспектів розвитку геоінформаційних систем в Україні був використаний аналітичний підхід, що базується на зборі та аналізі наукових публікацій, статей, та інших джерел інформації, пов'язаних із розвитком ГІС. Використовуючи метод геоінформаційного аналізу, були вивчені історичні періоди розвитку

геоінформаційних систем в Україні, визначені ключові технологічні та наукові досягнення, а також висвітлено сучасні тренди та виклики у галузі.

Результати дослідження дозволили отримати глибоке розуміння етапів розвитку ГІС в Україні та висвітлити їхнє впливове значення в різних сферах, таких як наука, технології та практичне застосування у відомчих структурах та підприємствах.

Для оцінки перспектив застосування геоінформаційних систем в Україні проведено аналіз сучасного стану та визначено ключові напрямки їхнього застосування. Результати вказують на значний потенціал ГІС у різних секторах, таких як територіальне планування, екологічний моніторинг, аграрний сектор, та інші.

Визначено напрями використання геоінформаційних технологій в плануванні та розвитку Полонської територіальної громади шляхом ретельного аналізу потреб та можливостей.

Зібрана інформація дозволила визначити області застосування ГІТ, такі як оптимізація транспортної інфраструктури, ефективне використання природних ресурсів, моніторинг екологічних аспектів та розробка інфраструктурних проектів. Отримані результати становлять підґрунтя для подальших стратегічних рішень та розвитку геоінформаційного середовища в громаді.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

- 1 Шепетівська міська громада [Електронний ресурс] / 1. 1 // Громада. – 22. – Режим доступу до ресурсу: <https://gromada.info/gromada/shepetivka/> (Дата звернення 15.05.2023).
- 2 Полонської міської ради [Електронний ресурс] / 1. 1 // Полонської міської ради. – 21. – Режим доступу до ресурсу: <https://polotg.gov.ua/> (Дата звернення 15.05.2023).
- 3 Клімат [Електронний ресурс] / 1. 1 // Ліси України. – 21. – Режим доступу до ресурсу: <https://sheplis.com.ua/malovanka/geomorfologija-orografija-gidrologiju-klimat-ta-gvrunti/klimat.html> (Дата звернення 15.05.2023).
- 4 Костюкевич Т.К., Корень В.В. Роль лісів у збереженні біорізноманіття [Електронний ресурс] / Т.К. Костюкевич, В.В. Корень // Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні питання сучасної аграрної науки», 10 грудня 2021, Умань, Україна. – Режим доступу до ресурсу: http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/9785/1/VIII_%D0%9C%D0%9D%D0%9F%D0%9A_%D0%A3%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D1%8C_2021%284%29.pdf (Дата звернення 15.05.2023).
- 5 Ковтуник І. І. Кліматичні курорти хмельницької області. Агросвіт. 2018. № 22. С. 42–46. – Режим доступу: http://www.agrosvit.info/pdf/22_2018/8.pdf (Дата звернення 15.05.2023).
- 6 Шепетівського району [Електронний ресурс] / 1. 1 // Шепет. – 21. – Режим доступу до ресурсу: <https://sheprda.gov.ua/> (Дата звернення 15.05.2023).
- 7 Гуменюк Г.Б., Хоменчук В.О. [Електронний ресурс] / Г.Б. Гуменюк, В.О. Хоменчук, Б.Б. Гавришок, Г.В. Станіславчук // Факторний аналіз: використання у біологічних дослідженнях. Тези доповідей II міжнародної

науково-практичної конференції молодих учених та студентів «Цифрова економіка як фактор інновацій та сталого розвитку суспільства», 2021, 76-78. –

Режим доступу до ресурсу:

https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/37034/2/TSEFIRS_2021_Humeniuk_H_B-Factor_analysis_use_in_76-78.pdf (Дата звернення 16.05.2023).

8 Види Та Типи Ґрунтів: Їх Основні Властивості [Електронний ресурс] / 1. 1 // Агро. – 21. – Режим доступу: <https://eos.com/uk/blog/vydy-ta-typy-gruntiv/> (Дата звернення 16.05.2023).

9 Загальна характеристика лісів [Електронний ресурс] / 1. 1 // Агро. – 21. – Режим доступу: <https://tlu.kiev.ua/nasha-dijalnist/profesiino-pro-lis/objektivna-informacija-shchodo-lisiv.html> (Дата звернення 16.05.2023).

10 Дроздюк О.Ю. Лісівнича оцінка насаджень основних лісотвірних порід ДП «Шепетівське ЛГ» : кваліфікаційна робота : спец. 205 «Лісове господарство» [Електронний ресурс] / О.Ю. Дроздюк // Поліський національний університет, каф. експлуатації лісових ресурсів та деревообробних технологій ; наук. керівник В. О. Рибак. - Житомир, 2021. - 32 с. – Режим доступу: <http://ir.polissiauniver.edu.ua/handle/123456789/12502> (Дата звернення 16.05.2023).

11 Руснак П. Гідрологічна роль лісових екосистем на прикладі державного підприємства «Мокрянське лісомисливське господарство» / наук. кер. Н.О. Лісова // Моделювання еколого-географічних систем : матеріали звітної наукової конференції викладачів, аспірантів, магістрантів, студентів кафедри геоекології та методики навчання екологічних дисциплін та НДЛ. Тернопіль : ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2021. С. 135-139. - Режим доступу: <http://dspace.tnpu.edu.ua/handle/123456789/23271> (Дата звернення 16.05.2023).

12 Питуляк М.Р., Питуляк М.В. Природно-екологічні особливості та сучасний стан землекористування в ОТГ Хмельницької області / М.Р. Питуляк, М.В. Питуляк, Б.М. Жулканич, С.Л. Бартко // Екологічні науки : науково-

практичний журнал. 2022. № 4(43). С. 121-126. - Режим доступу: <http://dspace.tnpu.edu.ua/handle/123456789/27694> (Дата звернення 16.05.2023).

13 Пацева І.Г., Герасимчук О.Л. Системний підхід управління відходами об'єднаних територіальних громад / І.Г. Пацева, О.Л. Герасимчук, А.М. Кагукіна // Екологічні науки, 2022, 4: 43. - Режим доступу: <http://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2022/4/30.pdf> (Дата звернення 17.05.2023).

14 Екологічні проблеми [Електронний ресурс] / 1. 1 // еко. – 21. – Режим доступу до ресурсу: <https://ua.boell.org/uk/2019/03/05/ekologichni-problemi-i-svidoma-povedinka-shcho-znayut-zhitelki-i-zhiteli-kiieva> (Дата звернення 17.05.2023).

15 Геоінформаційні системи і бази даних : монографія / В. І. Зацерковний, В. Г. Бурачек, О. О. Железняк, А. О. Терещенко. – Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2014. – 492 с. - Режим доступу: <https://core.ac.uk/download/pdf/286619051.pdf> (Дата звернення – 17.05.2023).

16 Рада з національної інфраструктури геопросторових даних : постанова : [затверджено Постановою Кабінету Міністрів України від 9 вересня 2020 р. № 812] / Офіційний сайт Верховної Ради України. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/812-2020-%D0%BF#Text> (Дата звернення – 17.05.2023).

17 Державна служба України з питань геодезії, картографії та кадастру : постанова : [затверджено Постановою Кабінету Міністрів України від 14 січня 2015 р. № 15] / Офіційний сайт Верховної Ради України. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/962-15#Text> (Дата звернення – 18.05.2023).

18 Донченко М.В. Геоінформаційні системи : навч. посіб. [Електронний ресурс] / М.В. Донченко, І.І. Коваленко. – Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2021. - Режим доступу: <https://dspace.chmnu.edu.ua/jspui/handle/123456789/449> (Дата звернення – 18.05.2023).

19 Ачасов А.Б. До питань створення відкритої екологічної геоінформаційної системи [Електронний ресурс]/ А.Б. Ачасов, О.Ю. Сільверстов, А.Г. Кот та ін // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. - 2022. - Вип. 38. - Режим доступу: <https://periodicals.karazin.ua/humanenviron/article/view/21111> (Дата звернення – 18.05.2023).

20 Бондаренко Е.Л. ГІС у задачах моніторингу навколишнього середовища [Електронний ресурс] / Е.Л. Бондаренко, О.Ю. Яценко // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка – Київ : КНУ імені Тараса Шевченка, 2020. – Вип. 1/2(76/77). – Режим доступу: https://visnyk-geo.knu.ua/wp-content/uploads/2020/12/%d0%92%d1%96%d1%81%d0%bd%d0%b8%d0%ba_95-100.pdf (Дата звернення – 18.05.2023).

21 Немець К.А., Кравченко К.О. Інформаційна географія та ГІС: навчально-методичний посібник [Електронний ресурс] / К.А. Немець, К.О. Кравченко // Посібник. – Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2018. – 108 с. <http://socesonom.region.univer.kharkov.ua/wp.content/uploads/2017/07/%D0%9D%D1%94%D0%BC%D0%B5%D1%86D0%BF%D0%BA-1.pdf> (Дата звернення: 19.05.2023).

22 Андреев С.М. Застосування технологій геоінформаційних систем для побудови картографічних моделей залізничних сполучень [Електронний ресурс] / С.М. Андреев, В.А. Жилін // Системи управління, навігації та зв'язку = Control, navigation and communication systems : зб. наук. пр. / Нац. ун-т "Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка" ; редкол.: В. В. Косенко (голов. ред.) [та ін.]. – Полтава : [б. в.], 2021. – Вип. 1 (63). – С. 4-16. - Режим доступу: <https://repository.kpi.kharkov.ua/items/bb90ff1b-d57a-49ae-ba31-a7c1b115c52e> (Дата звернення – 22.05.2023).

23 Федорчак В.В. Аналіз й оцінка особливостей функціонування організаційного механізму державного управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій в Україні [Електронний ресурс] / В.В. Федорчак //

Інвестиції: практика та досвід. – 2018. – № 6. – С. 49–51. - Режим доступу: https://nuczu.edu.ua/images/topmenu/science/spetsializovani-vcheni-rady/dis_fedorchak.pdf (Дата звернення – 25.05.2023).

24 Климанський Т.М. Застосування геоінформаційних технологій в енергетичній галузі [Електронний ресурс] / Т.М. Климанський // Кваліфікаційна робота випускника освітнього ступеня "бакалавр" за спеціальністю 193 "Геодезія та землеустрій". - Київ: Національний авіаційний університет, 2023. - 85 с. - Режим доступу: <https://dspace.nau.edu.ua/handle/NAU/60300> (Дата звернення – 25.08.2023).

25 Ісаєнко В.М., Інженерна екологія : підручник [Електронний ресурс] / В.М. Ісаєнко, К.О. Бабікова, Ю.М. Саталкін, М.С. Романов // 2-е вид., актуалізоване на принципах сприяння сталому інноваційному розвитку та засадах синергетичного і компетентнісного підходів. – Київ : НАУ, 2019. – 452 с. - Режим доступу: <https://core.ac.uk/download/pdf/344934761.pdf> (Дата звернення – 25.08.2023).

26 Ahn Y.J. The effect of neighbourhood-level urban form on residential building energy use: A GIS-based model using building energy benchmarking data in Seattle [Електронний ресурс] Ahn Y.J., Sohn D.W. // Energy and Buildings (2019) 196, 124–133. - Режим доступу: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.05.018> (Дата звернення – 25.08.2023).

27 Застосування геоінформаційних технологій "Панорама" та даних ДЗЗ при веденні інформаційних систем забезпечення містобудівної діяльності [Електронний ресурс] // Муніципальна програма врядування та сталого розвитку: [сайт] – Режим доступу: <http://msdp.undp.org.ua/data/publications/%D0%91%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%D0%B2.pdf> (Дата звернення 19.05.2023).

28 Крижановський Є.М., Князюк А.О., Ремарчук І.В. ГІС-аналіз даних динаміки чисельності населення та народжуваності в Україні. 2018. PhD Thesis.

ВНТУ. - Режим доступу: <file:///C:/Users/User/Downloads/3816-17931-1-PB.pdf>
(Дата звернення 19.05.2023).

29 Ясінецька І.А. Створення муніципальної інформаційної системи міста за допомогою ГІС-технологій [Електронний ресурс]/ І.А. Ясінецька, Т.М. Кушнірук, О.П. Лобанова// : Міжнародні економічні відносини та світове господарство. Науковий вісник Ужгородського національного університету-2018. - Вип. 17 (2). - Режим доступу: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/22336> (Дата звернення – 19.05.2023).

30 Боровий В.О. Технологія наповнення геопросторовими даними динамічних геоінформаційних систем з використанням методу декомпозиції [Електронний ресурс] / В.О. Боровий, О.В. Зарицький // Новітні технології. - 2017. - Вип. 1. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/novteh_2017_1_19 (Дата звернення – 20.05.2023).

31 Wumasi N.Y.D. Remote Sensing and GIS Methods in Urban Disaster Monitoring and Management – An Overview [Електронний ресурс] / Wumasi N.Y.D., Shao Z., Orhan A. // International Journal of Trend in Scientific Research and Development (2019) Volume-3(Issue-4) 918-926. - Режим доступу: <https://doi.org/10.31142/ijtsrd23976> (Дата звернення – 25.05.2023).

32 Бутенко Т.А. Інформаційні системи та технології [Електронний ресурс] / Т.А. Бутенко, В.М. Сирий // навчальний посібник. Харків: ХНАУ ім. В.В. Докучаєва, 2020. 207 с. - Режим доступу: <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/4849> (Дата звернення – 25.05.2023).

33 Кондратюк Д.Ю. Геоінформаційні технології у територіальному управлінні : кваліфікаційна робота : спец. 281 «Публічне управління та адміністрування» / Поліський нац. ун-т, каф. економічної теорії, інтелектуальної власності та публічного управління ; наук. кер. Данкевич Є. М. – Житомир, 2022. – 38 с. - Режим доступу: <http://ir.polissiauniver.edu.ua/handle/123456789/13239> (Дата звернення – 25.05.2023).

34 Ковальов Г.О. "Створення ГІС об'єднаної територіальної громади на базі QGIS." Матеріали Х всеукраїнської науково-технічної конференції здобувачів вищої освіти за підсумками наукових досліджень 2022 року. Факультет агротехнологій та екології (5-20 лютого 2023 р., Запоріжжя) / Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного; відпов. за вип. ВП Скиба. Запоріжжя: ТДАТУ, 2023. 163 с.- Режим доступу: <http://www.tsatu.edu.ua/ate/wp-content/uploads/sites/41/zbirnyk-tez-2023-red.-2.pdf#page=67> (Дата звернення – 25.05.2023).

35 Ажажа М.А. Сутність сучасних геоінформаційних систем у територіальному управлінні Рекомендовано до друку Рішенням Вченої ради Інженерного навчально-наукового інституту Запорізького національного університету (протокол № 4 від 30 листопада 2020 року), 296 с. - Режим доступу:http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/41897/1/%D0%97%D0%91%D0%86%D0%A0%D0%9D%D0%98%D0%9A_%D0%97%D0%9D%D0%A3_31_12%20%281%29.pdf#page=296 (Дата звернення – 25.05.2023).

36 Яценко А.А., Карпенко О.В. Інфраструктура геопростороових даних та геоінформаційне забезпечення сталого розвитку територіальних громад [Електронний ресурс] / А.А. Яценко, О.В. Карпенко, А.Г. Черін // Містобудування та територіальне планування, 2021, 78: 343-355. - Режим доступу: <https://doi.org/10.32347/2076-815x.2021.78.343-355> (Дата звернення – 25.05.2023).

37 Гопцій Д.О. Потенціал використання QGIS для вирішення задач просторового аналізу та планування територій [Електронний ресурс] / Д.О. Гопцій, А.О. Сєдов // Міжнародна науково-практична конференція. Планування та використання територій в контексті інклюзивного розвитку 2023 . – 176-178 с. - Режим доступу: https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/37542/1/MMNPK_Planning_and_use_of_territories_within_the_context_of_inclusive_development_2023-176-178.pdf (Дата звернення – 11.10.2023).

38 Босак П.В., Лук'янчук Н.Г., Попович В. В. Чинники впливу залізничного транспорту на екологічну безпеку довкілля. [Електронний ресурс] / П.В. Босак, Н.Г. Лук'янчук, В. В Попович // Науково-практичний журнал "Екологічні науки" № 3(42), 2022. С. 205–210 - Режим доступу: <https://sci.ldubgd.edu.ua/jspui/handle/123456789/10900> (Дата звернення – 14.10.2023).

39 Gavhane S. Impact of heavy metals in riverine [Електронний ресурс] / Gavhane S., Sapkale J., Susware N. // Research Journal of Chemistry and Environment (2021) – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/351266393_Impact_of_Heavy_Metals_in_Riverine_and_Estuarine_Environment_A_review (Дата звернення – 18.10.2023).

40 Лісовська О.Я. Гальванічні покриття у радіоелектронній промисловості. Розробка технології нанесення гальванічного олов'яного металорезисту у виробництві плат друкованого монтажу. 2023. Bachelor's Thesis. КПІ ім. Ігоря Сікорського – Режим доступу: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/60388/1/Lysovska_bakalavr.pdf (Дата звернення – 18.10.2023).

41 Буц Ю.В., Крайнюк О.В. Пірогенний вплив на геохімічну міграцію важких металів [Електронний ресурс] / Ю.В. Буц, О.В. Крайнюк // Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта–наука–виробництво–2018. – 55-58 с. - Режим доступу: https://ecology.karazin.ua/wp-content/uploads/2019/12/tezi-hhii_mezhd-konf-2018.pdf#page=55 (Дата звернення – 17.10.2023).

42 Нефьодова О.О. Вплив важких металів на морфофункціональний стан серця (огляд літератури) [Електронний ресурс] / О.О. Нефьодова, І.П. Задесенець // Вісник проблем біології і медицини, 2018, Вип. 2.1 (143): С. 31-34. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vpbm_2018_1%282%29__8 (Дата звернення – 20.10.2023).

43 Шумигай, І. В., Коніщук, В. В., Мороз, В. В., Манішевська, Н. М. Біогеохімічна, фізіологічна адаптивність пшениці озимої (*Triticum L.*) за впливу важких металів у Лісостепу України. *Агроекологічний журнал*, 2023, 1: 101-109. - Режим доступу: <https://journals.uran.ua/bnusing/article/view/275036> (Дата звернення – 13.10.2023).

44 Kaur Sandhu K. Occurrence and impact of heavy metals on environment [Електронний ресурс] / Kaur Sandhu K., Malik V. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.01.317> (Дата звернення – 17.10.2023).

45 Зайцева Т.М. Вплив використання ЕМ-препаратів на вміст важких металів у ґрунті. *Збалансоване природокористування*, 2018, 1: 155-157. - Режим доступу: [276703-Текст статті-637733-1-10-20230405.pdf](https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.01.317) (Дата звернення – 13.10.2023).

46 Пономаренко О.М., Злобіна К.С., Стадник В.О., Огар Т.В., Небесний В.Б., Гончар Г.Ю. Важкі метали в об'єктах довкілля Київського мегаполісу / за редакцією А.І. Самчука, І.В. Кураєвої – К.:Наш формат, 2019. – 164 с. - Режим доступу: https://www.researchgate.net/profile/Kv-Vovk/publication/339508837_Vazki_metali_v_ob'ektah_dovkilla_Kiivskogo_megapolisu/links/5e5684f14585152ce8f10827/Vazki-metali-v-obektah-dovkilla-Kiivskogo-megapolisu.pdf (Дата звернення – 15.10.2023).

47 Мусінкевич І.В. Вплив важких металів на навколишнє середовище та організм людини [Електронний ресурс] / І.В. Мусінкевич, І.А. Трач // Вінницький національний технічний університет – 2020. – Режим доступу: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/28963> (Дата звернення – 18.10.2023).

48 Ільїнський О.В. Оцінка вмісту важких металів в ґрунтах з різним антропогенним навантаженням [Електронний ресурс] / О.В. Ільїнський // Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» – 2018. – Режим доступу: <http://repositc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/7668> (Дата звернення – 18.10.2023).

49 Жалій Б.О., Кузнецова Т.Ю. Важкі метали в ґрунті та їх вплив на організм людини // XVI Менделєєвські читання: Збірник наукових праць Всеукраїнської науково-практичної конференції, (Полтава, 14 – 15 березня 2023 р.) / М-во освіти і науки України, Полтав. нац. пед. ун-т ім. В. Г. Короленка [та ін.] Полтава: Редакційно-видавничий відділ ПНПУ імені В. Г. Короленка. 2023. С. 21-22. – Режим доступу: <http://dspace.pnpu.edu.ua/handle/123456789/21022> (Дата звернення – 18.10.2023).

50 Косаківська І.В. Гормональна система рослин за дії важких металів [Електронний ресурс] / І.В. Косаківська, М.М. Щербатюк, В.А. Васюк, Л.В. Войтенко // Вісник ХНАУ. Серія : Біологія. 2019. № 3(48). С. 6-27. – Режим доступу: <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/7258> (Дата звернення – 19.10.2023).

51 Мазур В.А., Врадій О.І. Моніторинг забруднення ґрунтів важкими металами науково-дослідної ділянки в НДГ «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету. Сільське господарство та лісівництво.- 2019.-№ 13. - С. 16-24., 2019. – Режим доступу: <http://repository.vsau.org/getfile.php/20976.pdf> (Дата звернення – 19.10.2023).

52 Кураєва І.В Акумуляція та перерозподіл важких металів у сучасному ґрунтовому покриві природоохоронних територій [Електронний ресурс] / І.В. Кураєва, А.О. Сплодитель // Геологічний журнал, 2020, № 1 - С. 58-69. – Режим доступу: <http://geojournal.igs-nas.org.ua/article/view/196979> (Дата звернення – 19.10.2023).

53 Зайцев Ю.О. Стан забруднення ґрунтів Чернівецької області солями важких металів [Електронний ресурс] / Ю.О. Зайцев, С.С. Шапран, М.В. Гунчак // Міжнародний науковий журнал «Грааль науки» 2022, № 23 - С. 111-116. – Режим доступу: <https://archive.journal-grail.science/index.php/2710-3056/article/view/760> (Дата звернення – 19.10.2023).

54 Сплодитель А.О., Кураєва І.В., Злобіна К.С. Особливості акумуляції важких металів у ґрунтах урбанізованих ландшафтів м. Бровари. Геологічний

журнал. 2020. № 2 (371). С. 39-51. – Режим доступу: <http://geojournal.igs-nas.org.ua/article/view/200245> (Дата звернення – 19.10.2023).

55 Літвак О. А. Вплив важких металів на стан ґрунтового покриву конференції «Екологія. Людина. Суспільство» (23 травня 2019 р., м. Київ), 2019. – Режим доступу: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/44419/1/EHS-20_2019_S1_p24-25.pdf (Дата звернення – 19.10.2023).

56 Корнелюк Н.М. Еколого-геохімічна оцінка забруднення ґрунтів м. Черкаси важкими металами [Електронний ресурс] / Н.М. Корнелюк, О.М. Хоменко, О.О. Мислюк // Екологічна безпека, 2019, 2: С. 44-51. – Режим доступу: <https://er.chdtu.edu.ua/handle/ChSTU/983> (Дата звернення – 19.10.2023).

57 ДСТУ ISO 10381-4:2005. Масштаби (ISO 10381-4:2003, IDT). Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 4. Настанови щодо процедури дослідження природних, майже природних та оброблювальних ділянок.

58 Україна. Верховна рада. Про затвердження Гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних речовин у ґрунті: постанова : [прийнято Верховною Радою 14.07.2020 р.] // Відомості Верховної Ради України. – 2020 – № 1595. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0722-20#Text> (Дата звернення – 10.12.2023).

ДОДАТОК А
(обов'язковий)

Результати апробації проведених досліджень



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕПАРТАМЕНТ ГУМАНІТАРНОЇ ПОЛІТИКИ
ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСНОЇ ВІЙСЬКОВОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ
КОМУНАЛЬНИЙ ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ
“ВІННИЦЬКА АКАДЕМІЯ БЕЗПЕРЕРВНОЇ ОСВІТИ”



Випуск №3(36)

НАУКОВИЙ ВІСНИК

“Vin Smart Eco”

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ ІЗ МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
18-20 ТРАВНЯ 2023 РОКУ

Вінниця

2023

17.	Паперник В.В., Жиденко А.О., Кривошиша В.О. ПРИРОДНІ І АНТРОПОГЕННІ ЗМІНИ ПОВЕРХНЕВИХ ТА ПІДЗЕМНИХ ВОД ЧЕРНІГІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	185
18.	Парфенюк І.О., Гроховська Ю.Р. АНАЛІЗ ЗВ'ЯЗКУ МІЖ ЯКІСТЮ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ТА УРАЖЕННЯМ РИБ КРУСТАЦЕОЗАМИ	188
19.	Петрик М.Ф., Лико Д.В., Мартинюк В.О. ДИНАМІКА ПРОДУКТИВНОСТІ ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНИХ ЗОН БАСЕЙНУ РІЧКИ СТИР (ЗА ДАНИМИ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ)	191
20.	Приседський Ю.Г. ВПЛИВ ФТОРИДУ ВОДНЮ НА ВОДНИЙ РЕЖИМ ДЕЯКИХ ВИДІВ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН	194
21.	Рибак В.В., Чуйко В.С. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ СТВОРЕННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ БАЗ ДАНИХ ПРИРОДНИХ ОБ'ЄКТІВ УРБООКОСИСТЕМ НА ПРИКЛАДІ МІСТА ХМЕЛЬНИЦЬКОГО	196
22.	Рибак В.В., Яськова В.І. ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ПРИРОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ПОЛОНСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ	198
23.	Рябокоть О.В., Столяр Т.М. ЕКОЛОГО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА С. ОЗАРИНЦІ МОГИЛІВ-ПОДІЛЬСЬКОГО РАЙОНУ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ	200
24.	Стах М.О. АНАЛІЗ ФАКТОРІВ ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД (НА ПРИКЛАДІ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ)	205
25.	Ткач С.Д., Бунас А.А., Стародуб В.І., Охріменко С.Г. ОЦІНКА АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ФОРМУВАННЯ НАПІВПРИРОДНИХ ФІТОЦЕНОЗІВ АГРОЛАНДШАФТІВ	207
26.	Ткачук О.П. БІОІНДИКАЦІЯ ДЕРЕВ ПОЛЕЗАХИСНИХ ЛІСОСМУГ – ЯК МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ АТМОСФЕРНИХ ЗАБРУДНЕНЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ	210
27.	Федоряк М.М., Жук А.В., Калиниченко О.О., Шкробанець О.О., Банар П.А. ПІДСУМКИ ВОСЬМИРІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ВТРАТ БДЖОЛИНИХ КОЛОНІЙ В УКРАЇНІ	213
28.	Хасцький Г.С., Бабин А.В. ВПЛИВ ГАЙСИНСЬКОГО ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН КОМПОНЕНТІВ ДОВКІЛЛЯ	215
29.	Шевченко І.А., Багінський О.О. ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ САБАРІВСЬКОГО ГРАНІТНОГО КАР'ЄРУ	220

рту заводу та інші.

За допомогою створеного інтерактивного комплексу міська влада зможе більш досконало реалізувати процес управління природними та антропогенними об'єктами, планувати розвиток міста згідно концепції сталого розвитку урбоскоститем [2, 4].

Список використаних джерел

1. Бондаренко Е.Л., Яценко О.Ю. ГІС у задачах моніторингу навколишнього середовища [Електронний ресурс]. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка*. Київ: КНУ імені Тараса Шевченка, 2020. Вип. 1/2(76/77) – Режим доступу: https://visnyk-geo.knu.ua/wp-content/uploads/2020/12/%d0%92%d1%96%d1%81%d0%bd%d0%b8%d0%ba_95-100.pdf (Дата звернення – 07.05.2023).
2. Волков А.І. Перспективи використання систем підтримки прийняття рішень щодо оцінки та контролю рівня техногенного навантаження на довкілля [Електронний ресурс]. *Вісник ХНУ імені В.Н. Каразіна серія «Екологія»*. Харків: ХНУ В.Н. Каразіна, 2019. № 20. Режим доступу: <http://journals.urau.ua/visnykhnuecology/article/view/185733> (Режим доступу – 07.05.2023).
3. Дудінова О.Б., Удовенко С.Г., Чала Л.Е. Інтелектуальна обробка просторових даних в ГІС ландшафтно-екологічного моніторингу [Електронний ресурс]. *Біоніка інтелекту: науково-технічний журнал*. 2020. № 2 (95). – Режим доступу: <https://openarchive.nure.ua/handle/document/18436>. (Дата звернення – 07.05.2023).
4. Подліпас В.О. Базовий набір типових геоінформаційних ресурсів для здійснення геоінформаційної підтримки та ведення геопросторового аналізу [Електронний ресурс]. *Системи управління, навігації та зв'язку: зб. наук. пр. Полтава: ПНТУ*, 2019. Вип. 2(54). – Режим доступу: [doi:https://doi.org/10.26906/SUNZ.2019.2.012](https://doi.org/10.26906/SUNZ.2019.2.012) (Дата звернення – 07.05.2023).

УДК 528.946

Рибак В.В., к.с.-г.н., доцент кафедри екології та біологічної освіти
Хмельницького Національного університету.
Яськова В.Л., студентка гр. ЕКОЛМ-22-1
Хмельницького Національного університету.

ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ПРИРОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ПОЛОНСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ.

Анотація. У статті наводиться приклад застосування геоінформаційних систем (ГІС) для створення баз даних природних об'єктів Полонської територіальної громади. ГІС є перспективними, постійно розвиваються і вдосконалюються. Система покращує доступ до даних, їх аналіз і обробку, дозволяє скоротити затрати часу та коштів. Такі технології можна широко використовувати у різних природоохоронних галузях.

Ключові слова: геоінформаційні технології, бази даних, управління природними об'єктами.

Використання геоінформаційних систем (ГІС) у новоформованих територіальних громадах може допомогти вирішувати різноманітні завдання, такі як планування територій, забезпечення ефективної інфраструктури, підвищення якості життя населення, забезпечення безпеки в разі

надзвичайних ситуацій. Закон України "Про національну геостронову структуру" може послужити основою для впровадження використання ГІС у різних галузях, зокрема допомогти забезпечити якість та точність геостронових даних, які необхідні для ефективного управління містом та розвитку його інфраструктури. Закон України встановлює основні принципи організації національної геостронової інфраструктури, що включає в себе геодезичну мережу, геодезичну та картографічну інформацію, систему координат і проєкцій, а також систему моніторингу земної поверхні [1, 3-4].

Метою нашої наукової роботи є створення бази даних Поліської територіальної громади та покращення якості управління територією та розвитку громади шляхом використання ГІС. Створення ефективної системи збору та обробки геостронової інформації дозволить органам самоврядування аналізувати потреби території та розробити стратегії її розвитку, включаючи планування транспортної інфраструктури, благоустрою та екологічної безпеки. Окрім того, створення бази даних забезпечить доступність територіальної інформації для різних зацікавлених сторін, таких як мешканці громади, бізнесу та науковців. Це дозволить залучити більше зацікавлених сторін до процесу прийняття рішень та забезпечить більшу прозорість управління територією [1, 3, 5].

Багато науковців активно займаються дослідженнями в цій галузі та розробляють нові методи та технології для роботи з геоінформатикою. Такими вченими є П.І. Жежича, О.М. Заклетський, О.П. Сухостванець, М.К. Коджурі, С.Ю. Шербаков, Р.О. Тимченко, В.Г. Сторіак. Серед закордонних вчених в цій галузі відомими є: M. Al Sawafi, Carmen Gressa, Cristina Delgado Henriquez, Tihomir Jukić, Vlado Cet. Однією з провідних робіт П.І. Жежича є Геоінформаційні системи на основі просторово-часових моделей. О.М. Заклетський займався питаннями використання геоінформаційних систем (ГІС) для підтримки прийняття рішень в галузі управління об'єктами природно-заповідного фонду. В.Г.Сторіак у своїх роботах вивчає інформаційні технології автоматизації обробки параметрів геоінформаційних систем з геометричними мережами.

Основним завданням в нашій науковій роботі є збір та аналіз ключових геоінформатичних даних, таких як карти, знімки супутників, дорожня інфраструктура, розташування та кадастр природних об'єктів. Дані проходять обробку та аналіз, для можливого забезпечення їх точності та актуальності [2]. На підставі матеріалів, які були отримані в ході досліджень, нами проводиться розробка, створення та представлення картографічного матеріалу, який відповідає потребам Поліської територіальної громади (див. рис. 1).

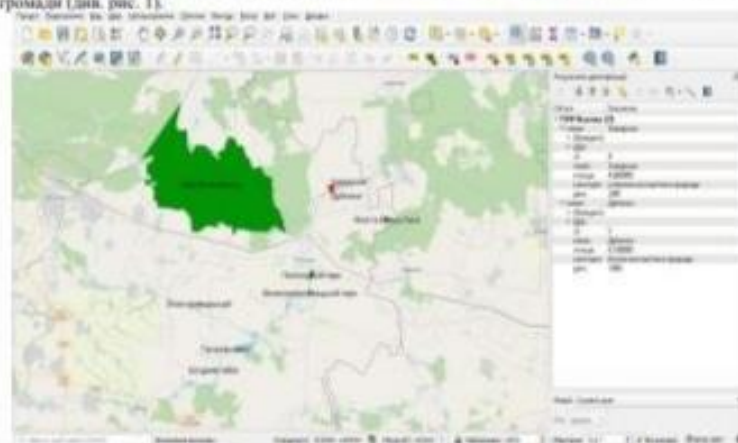


Рис. 1. Приклад шару ГІС: природно-заповідний фонд Поліської ТГ

Один з найважливіших аспектів використання ГІС у контролі якості стану природних об'єктів – це забезпечення можливості детального аналізу географічних даних. Використання ГІС може допомогти вирішувати різноманітні завдання згідно концепції сталого розвитку, такі як планування територій, забезпечення ефективної інфраструктури, підвищення якості життя населення, забезпечення безпеки в разі надзвичайних ситуацій. Створення бази даних Полонської територіальної громади з використанням ГІС дозволить органам самоврядування аналізувати потреби території та розробляти стратегії її розвитку, планувати транспортну інфраструктуру, благоустрій та екологічну безпеку, що сприятиме покращенню управління територією та розвитку громади. Такі аналітичні можливості допомагають місцям планування приймати більш обґрунтовані та ефективні рішення.

Наша наукова робота показує важливість застосування ГІС в управлінні природними об'єктами та розвитку територіальних громад. Також сприяє ефективному плануванню, прийняттю рішень та збереженню природних ресурсів для забезпечення сталого розвитку громади. [1,3].

Список використаних джерел

1. Ачасов А.Б., Сілаверстов О.Ю., Кот А.Г. та ін. До питань створення відкритої екологічної геоінформаційної системи [Електронний ресурс]. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2022. Вип. 38. Режим доступу: <https://periodicals.karazin.ua/humanenviron/article/view/21111> (Дата звернення – 09.05.2023).
2. Бороний В.О., Зарицька О.В. Технологія наповнення геопросторовими даними динамічних геоінформаційних систем з використанням методу декомпозиції [Електронний ресурс]. *Новітні технології*. 2017. Вип. 1. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/novteh_2017_1_19 (Дата звернення – 09.05.2023).
3. Ясінецька І.А., Кушнірук Т.М., Лобанова О.П. Створення муніципальної інформаційної системи міста за допомогою ГІС-технологій [Електронний ресурс]. *Міжнародні економічні відносини та світове господарство. Науковий вісник Ужгородського національного університету*. 2018. Вип. 17 (2). Режим доступу: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/22336> (Дата звернення – 09.05.2023).
4. Кушнірук Т.М., Лобанова О.Д. Геоінформаційні системи і технології в управлінні муніципальних утворень [Електронний ресурс]. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія : Економіка АПК*. 2016. № 23(2). С. 142-149. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlnav_ekon_2016_23\(2\)_28](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlnav_ekon_2016_23(2)_28) (Дата звернення – 09.05.2023).
5. Донченко М.В., Коваленко І.І. Геоінформаційні системи : навч. посіб. [Електронний ресурс]. *Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили*, 2021. Режим доступу: <https://dspace.chnu.edu.ua/jspui/handle/123456789/449> (Дата звернення – 09.05.2023).

УДК 504.5:628

Рибкоць О.В., к. т. н., доцент,
перший проректор з науково-педагогічної роботи
КЗВО "Вінницька академія безперервної освіти"

Столєр Тетяна Миколаївна
здобувачка вищої освіти
спеціальності 101 "Екологія"
ступеня вищої освіти "Магістр"
КЗВО "Вінницька академія безперервної освіти"

ЕКОЛОГО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА С. ОЗАРНИЦІ МОГИЛІВ-ПОДІЛЬСЬКОГО РАЙОНУ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

Анотація. На основі аналізу інформаційних джерел і власних досліджень подано еколого-географічну характеристику с. Озарниці Могилів-Подільської міської територіальної громади Могилів-Подільського району Вінницької області. Розглянуто населений пункт з позицій фізико-географічного і геоботанічного районування, деталізовано його природні умови. Встановлено ое-