

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ БУДІВНИЦТВА, ЗЕМЛЕУСТРОЮ  
ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

Кафедра земельного адміністрування та геоінформаційних систем

## Пояснювальна записка

до дипломної роботи бакалавра

на тему: «АВТОМАТИЗАЦІЯ ПОБУДОВИ ЗОН ОБМЕЖЕНЬ  
ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ В ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ»

Виконала: студентка 4 курсу, групи ГКЗ 2022-1  
спеціальності 193 Геодезія та землеустрій  
ОП Геодезія, картографія та землеустрій



Кириленко Аліна Владиславівна

Керівник



Пілічева Марина Олегівна

Рецензент



Воронков Олексій Олександрович

2026 року

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

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

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

 Восстановимая подпись

X 

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

«25» травня 2026 р.

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ**

Кириленко Аліні Владиславівні

1. Тема роботи: Автоматизація побудови зон обмежень землекористування в геоінформаційних системах  
керівник роботи к.т.н., доцент Пілічева Марина Олегівна,  
затверджені наказом вищого навчального закладу від 22.05.2026 року № 441-03.









2. Строк подання студентом роботи: 18 червня 2026 року.

3. Вихідні дані до роботи: науково-методична література, періодичні видання, матеріали конференцій, дані інтернет мережі, OpenStreetMap.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: (перелік питань які потрібно розробити): дослідити теоретичні та нормативно-правові засади встановлення зон обмежень у використанні земель, розробити методику їх автоматизованої побудови в QGIS на прикладі м. Люботин та оцінити ефективність застосування ГІС-технологій для виконання просторового аналізу і формування зон обмежень.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): картографічна основа території дослідження м. Люботин, карта водних об'єктів території дослідження, карта результатів побудови буферних зон навколо водних об'єктів, карта сформованих зон обмежень на території м. Люботин.

## 6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Теоретичні основи встановлення зон обмежень та використання ГІС-технологій	Пілічева М.О., к.т.н., доцент кафедри ЗА та ГІС	25.05.2026 	03.06.2026 
2. Автоматизація побудови зон обмежень засобами геоінформаційної системи QGIS	Пілічева М.О., к.т.н., доцент кафедри ЗА та ГІС	04.06.2026 	08.06.2026 
3. Практична реалізація та апробація алгоритму побудови зон обмежень	Пілічева М.О., к.т.н., доцент кафедри ЗА та ГІС	09.06.2026 	12.06.2026 
4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Абракітов В. Е., доцент кафедри ОП та БЖД	12.06.2026 	15.06.2026 

7. Дата видачі завдання: 25 травня 2026 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Формування інформаційної бази	25.05.2026	
2	Розробка та написання теоретичних засад встановлення зон обмежень у використанні земель	26.05.2026	
3	Розробка та написання другого розділу роботи з автоматизації побудови зон обмежень з використанням ГІС систем	28.05.2026	
4	Розробка та написання практичної реалізації та апробації алгоритму побудови зон обмежень	30.05.2026	
5	Розробка та написання розділу з охорони праці	01.06.2026	
6	Оформлення роботи	18.06.2026	
7	Попередній захист роботи	22.06.2026	
8	Захист дипломної роботи у ДЕК	24.06.2026	

Студент

Керівник проєкту (роботи)



Кириленко А.В.

Пілічева М.О

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 58 стор., 4 табл., 24 рис, 39 джерел, 14 слайдів презентації.

ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ, QGIS, ВОДНІ ОБ'ЄКТИ, ЗОНИ ОБМЕЖЕНЬ, БУФЕРИЗАЦІЯ, ПРОСТОРОВИЙ АНАЛІЗ, ГЕОДАНИ.

Об'єкт дослідження – водні об'єкти та прилеглі до них території міста Люботин Харківської області.

Мета роботи полягає у створенні геоінформаційної моделі зон обмежень навколо водних об'єктів міста Люботин із використанням засобів ГІС-технологій для забезпечення раціонального природокористування та підтримки прийняття управлінських рішень.

Предмет дослідження – методи просторового аналізу та геоінформаційного моделювання водоохоронних територій у середовищі QGIS.

Методи дослідження: аналіз літературних джерел, картографічний метод, геоінформаційне моделювання та просторовий аналіз із використанням буферизації географічних об'єктів.

У ході роботи сформовано базу просторових даних водних об'єктів м. Люботин, виконано їх просторовий аналіз та побудову буферних зон. За результатами дослідження створено атрибутивну базу даних, тематичні карти та графічні матеріали, що відображають території дії встановлених обмежень.

Практичне значення одержаних результатів полягає у можливості використання створених геоінформаційних матеріалів під час екологічного моніторингу території, планування землекористування, оцінювання впливу на навколишнє середовище та прийняття рішень у сфері охорони водних ресурсів.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	7
1 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ВСТАНОВЛЕННЯ ЗОН ОБМЕЖЕНЬ У ВИКОРИСТАННІ ЗЕМЕЛЬ .....	8
1.1 Поняття зон обмежень у використанні земель та їх роль у системі землеустрою.....	8
1.2 Класифікація зон обмежень та їх характеристика.....	11
1.3 Нормативно-правове регулювання встановлення зон обмежень в Україні .....	14
2 АВТОМАТИЗАЦІЯ ПОБУДОВИ ЗОН ОБМЕЖЕНЬ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ.....	19
2.1 Геоінформаційні системи у сфері геодезії та землеустрою.....	19
2.2 Можливості геоінформаційних систем для формування зон обмежень .....	21
2.3 Вибір програмного забезпечення для автоматизованої побудови зон обмежень .....	23
3 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА АПРОБАЦІЯ АЛГОРИТМУ ПОБУДОВИ ЗОН ОБМЕЖЕНЬ .....	29
3.1 Загальна характеристика об'єкта дослідження.....	29
3.2 Вихідні дані для побудови зон обмежень.....	31
3.3 Створення базової буферної зони .....	35
3.4 Аналіз рельєфу .....	37
3.5 Визначення коефіцієнтів впливу рельєфу <b>Ошибка! Закладка не     определена.</b>	
3.6 Побудова змінної буферної зони.....	41
3.7 Аналіз отриманих результатів .....	45
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА РОБОТИ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ .... <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>	
4.1 Характеристика умов праці під час роботи з геоінформаційними системами.....	46
4.2 Вимоги до організації робочого місця оператора ГІС .....	47
4.3 Заходи електробезпеки та пожежної безпеки .....	47
ВИСНОВОК.....	49
СПИСОК ДЖЕРЕЛ.....	51
ДОДАТОК А Карта водних об'єктів території м. Люботин .....	55

ДОДАТОК Б Вихідний векторний шар водних об'єктів, використаний для побудови зон обмежень на території м. Люботин .....	56
ДОДАТОК В Результат побудови буферної зони навколо водних об'єктів .....	57
ДОДАТОК Г Атрибутивна таблиця сформованих зон обмежень водних об'єктів території м. Люботин.....	58

## ВСТУП

На сучасному етапі важливого значення набувають питання раціонального використання земельних і водних ресурсів та охорони навколишнього середовища. Для забезпечення екологічної безпеки територій навколо водних об'єктів встановлюються зони обмежень, формування яких потребує використання сучасних геоінформаційних технологій.

Метою дипломної роботи є створення геоінформаційної моделі зон обмежень навколо водних об'єктів міста Люботин із використанням програмного забезпечення QGIS.

Для досягнення поставленої мети досліджено теоретичні та нормативно-правові засади встановлення зон обмежень, проаналізовано можливості ГІС-технологій, розроблено методіку побудови зон обмежень та виконано їх картографічне відображення.

Об'єктом дослідження є водні об'єкти міста Люботин Харківської області.

Предметом дослідження є методи та засоби геоінформаційного моделювання зон обмежень навколо водних об'єктів.

Методи дослідження: аналіз літературних джерел, картографічний метод, геоінформаційне моделювання, просторовий аналіз та буферизація географічних об'єктів.

У результаті роботи сформовано базу просторових даних водних об'єктів, побудовано зони обмежень та створено картографічні матеріали.

Практичне значення роботи полягає у можливості використання отриманих результатів для потреб просторового планування, управління земельними ресурсами та екологічного моніторингу.

# 1 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ВСТАНОВЛЕННЯ ЗОН ОБМЕЖЕНЬ У ВИКОРИСТАННІ ЗЕМЕЛЬ

## 1.1 Поняття зон обмежень у використанні земель та їх роль у системі землеустрою

У сучасних умовах розвитку територій питання раціонального використання земельних ресурсів набуває особливої актуальності [1, 2]. Земля є не лише просторовою основою для розміщення об'єктів господарської діяльності, а й важливим природним ресурсом, який потребує належної охорони та контролю використання [1]. Одним із ключових механізмів забезпечення ефективного та безпечного землекористування є встановлення зон обмежень у використанні земель [2]. Такі зони дозволяють регулювати господарську діяльність на певних територіях, враховуючи екологічні, технічні, санітарні та містобудівні вимоги [3].

Поняття зон обмежень у використанні земель пов'язане із запровадженням спеціального правового режиму в межах окремих територій або земельних ділянок [1]. У таких зонах можуть діяти певні заборони, обмеження чи додаткові умови щодо використання земель. Їх встановлення спрямоване насамперед на забезпечення безпеки населення, захист навколишнього природного середовища, збереження інженерних мереж та стабільного функціонування об'єктів інфраструктури [2, 4].

Обмеження у використанні земель можуть стосуватися різних видів діяльності. Зокрема, у межах визначених зон може бути заборонене будівництво житлових або промислових об'єктів, ведення сільськогосподарських робіт, вирубка зелених насаджень, проведення земляних робіт чи інша діяльність, яка може негативно вплинути на функціонування певного об'єкта або стан довкілля [3]. У деяких випадках допускається лише обмежене використання земельної ділянки з дотриманням спеціальних вимог і нормативів [4].

Важливість зон обмежень полягає в тому, що вони забезпечують збалансоване поєднання інтересів держави, територіальних громад, підприємств та власників земельних ділянок [2]. За допомогою таких зон здійснюється контроль за використанням територій, попереджається виникнення небезпечних ситуацій та забезпечується охорона земель від нераціонального використання [1]. Крім того, наявність встановлених обмежень дозволяє уникати конфліктів між різними видами землекористування та сприяє впорядкуванню територіального розвитку [5].

У системі землеустрою зони обмежень виконують важливу регулюючу функцію. Вони враховуються під час розроблення документації із землеустрою, формування земельних ділянок, встановлення їх меж та визначення цільового призначення земель [2]. Інформація про такі зони обов'язково відображається у документах Державного земельного кадастру та містобудівній документації [1, 5]. Це дозволяє забезпечити достовірність відомостей про земельні ресурси та враховувати існуючі обмеження при прийнятті управлінських рішень.

Особливу роль зони обмежень відіграють у процесі планування територій. При розробленні генеральних планів населених пунктів, детальних планів територій та інших містобудівних документів враховується розташування охоронних, санітарно-захисних, водоохоронних та інших зон [3]. Це необхідно для забезпечення безпечного розміщення житлової забудови, виробничих об'єктів, транспортної інфраструктури та інженерних мереж.

Формування зон обмежень здійснюється навколо або в межах об'єктів, які потребують спеціального режиму використання прилеглих територій [4]. До таких об'єктів належать лінії електропередач, газопроводи, водопровідні мережі, автомобільні дороги, залізниці, водні об'єкти, природоохоронні території, пам'ятки культурної спадщини та інші інженерні або природні об'єкти [3, 6]. Для кожного виду зон законодавством встановлюються окремі нормативні вимоги щодо їх розмірів та режиму використання земель [1].

Одним із найпоширеніших видів зон обмежень є охоронні зони інженерних мереж. Їх створення необхідне для забезпечення безпечної експлуатації комунікацій та попередження можливих аварійних ситуацій [4]. Наприклад, у межах охоронних зон ліній електропередач обмежується будівництво споруд та висадження високорослих дерев, а в охоронних зонах газопроводів забороняється проведення робіт, які можуть пошкодити трубопровід [6].

Важливе значення також мають санітарно-захисні зони, які встановлюються навколо промислових підприємств, складів, об'єктів енергетики та інших джерел можливого негативного впливу на здоров'я населення [7]. Їх основним призначенням є зменшення впливу шуму, шкідливих викидів, вібрацій та інших факторів на житлову забудову і природне середовище [3].

Окрему категорію становлять водоохоронні зони та прибережні захисні смуги. Їх встановлення спрямоване на охорону водних ресурсів від забруднення, засмічення та виснаження [6]. У межах таких територій обмежується господарська діяльність, яка може негативно вплинути на стан водойм, зокрема використання хімічних речовин, розорювання земель або будівництво окремих об'єктів [5].

Таким чином, зони обмежень у використанні земель є важливим елементом системи землеустрою та територіального планування [2]. Вони забезпечують правове регулювання використання земельних ресурсів, сприяють охороні навколишнього середовища, безпечній експлуатації інженерних об'єктів та раціональному розвитку територій [1, 3]. Врахування таких зон під час здійснення землевпорядних робіт дозволяє підвищити ефективність використання земель і забезпечити дотримання вимог законодавства у сфері земельних відносин [2].

На рисунку 1.1 наведено план обмежень земельної ділянки, який ілюструє розташування зон обмежень та їх взаємозв'язок з інженерними

мережами, природними об'єктами та елементами територіальної інфраструктури.

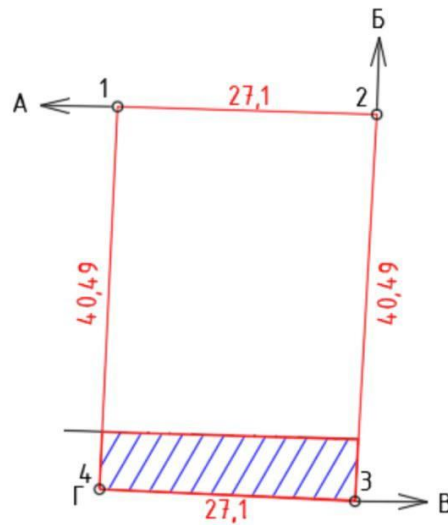


Рисунок 1.1 – План обмежень земельної ділянки

Зони обмежень у використанні земель відображаються у складі землевпорядної документації та підлягають внесенню до Державного земельного кадастру. Їх встановлення забезпечує дотримання вимог законодавства щодо раціонального використання земель, охорони навколишнього природного середовища та регулювання господарської діяльності в межах визначених територій.

## 1.2 Класифікація зон обмежень та їх характеристика

У процесі організації раціонального використання земель важливе значення має визначення видів зон обмежень та особливостей їх застосування [1, 2]. Різноманітність природних, інженерних, екологічних і соціальних умов використання територій зумовлює існування значної кількості обмежень, які відрізняються за своїм призначенням, правовим режимом та характером впливу на земельні ділянки [5]. Саме тому класифікація зон обмежень є

необхідною складовою системи землеустрою та територіального планування [2].

Класифікація зон обмежень дозволяє впорядкувати інформацію про території зі спеціальним режимом використання, спростити процес їх встановлення та забезпечити правильне застосування вимог законодавства під час здійснення землевпорядних робіт [1]. Поділ зон на окремі види дає можливість визначити характер допустимого використання земель, рівень обмежень господарської діяльності та особливості охорони певних об'єктів або природних ресурсів [3].

Одним із основних видів є охоронні зони. Вони встановлюються навколо об'єктів, які потребують захисту від можливих пошкоджень або негативного впливу зовнішніх факторів [4]. До таких об'єктів належать лінії електропередач, газопроводи, водопровідні мережі, кабелі зв'язку, залізничні колії та інші інженерні споруди [6]. Головною метою створення охоронних зон є забезпечення належної експлуатації інженерних мереж та попередження аварійних ситуацій [4]. У межах цих територій можуть діяти обмеження щодо будівництва, проведення земляних робіт, посадки дерев або розміщення споруд [3].

Окреме місце займають санітарно-захисні зони, які формуються навколо підприємств, виробничих комплексів, складів, об'єктів енергетики та інших джерел потенційного негативного впливу на довкілля і здоров'я населення [7]. Основним призначенням таких зон є зменшення впливу шкідливих викидів, шуму, пилу, вібрацій та інших факторів на житлову забудову та природне середовище [3]. Розміри санітарно-захисних зон визначаються залежно від рівня небезпеки об'єкта та характеру його діяльності [7]. У межах цих зон зазвичай обмежується житлове будівництво та розміщення об'єктів громадського призначення.

Важливу роль у системі обмежень відіграють прибережні захисні смуги та водоохоронні зони [6]. Вони встановлюються вздовж річок, озер, водосховищ та інших водних об'єктів з метою охорони водних ресурсів від

забруднення, замулення та виснаження [5]. У межах таких територій обмежується здійснення господарської діяльності, яка може негативно вплинути на екологічний стан водойм [6]. Зокрема, можуть заборонятися розорювання земель, використання пестицидів, складування відходів або будівництво окремих споруд [5].

До зон обмежень також належать території, пов'язані з функціонуванням транспортної інфраструктури [3]. Це можуть бути смуги відведення автомобільних доріг, залізниць, аеропортів та інших транспортних об'єктів [4]. Такі зони необхідні для забезпечення безпеки руху транспорту, належного утримання інфраструктури та запобігання виникненню небезпечних ситуацій [3]. У межах цих територій можуть встановлюватися обмеження на забудову, висадження зелених насаджень або проведення певних видів робіт.

Окрему категорію становлять зони навколо об'єктів зв'язку та енергетики [4]. Вони створюються для забезпечення безперебійної роботи систем електропостачання, зв'язку, телекомунікацій та інших стратегічно важливих мереж [6]. Такі території мають особливий режим використання, який передбачає дотримання технічних вимог і правил безпеки.

Крім функціонального призначення, зони обмежень можуть класифікуватися за характером правового режиму [1]. Одні з них передбачають повну заборону окремих видів діяльності, інші — лише часткові обмеження або необхідність погодження певних робіт із відповідними органами чи підприємствами [2]. Це залежить від рівня потенційної небезпеки об'єкта та можливого впливу на населення і довкілля [7].

Кожен вид зон обмежень має свої індивідуальні характеристики. До основних параметрів належать ширина, конфігурація меж, площа та режим використання території [4]. Їх визначення здійснюється відповідно до чинних нормативно-правових актів, будівельних норм, санітарних правил та спеціальних технічних вимог [3, 7]. Наприклад, ширина охоронної зони лінії

електропередач залежить від напруги мережі, а розміри санітарно-захисної зони — від класу небезпеки підприємства.

У практиці землеустрою правильне визначення виду зони обмежень має важливе значення для точного встановлення її меж та подальшого внесення інформації до Державного земельного кадастру [2]. Помилки при визначенні типу обмеження можуть призвести до неправильного використання земель, порушення вимог законодавства або виникнення конфліктів між власниками земельних ділянок та органами влади [1].

Таким чином, класифікація зон обмежень у використанні земель є необхідною умовою ефективного управління земельними ресурсами [2]. Вона дозволяє систематизувати різні види територій зі спеціальним режимом використання, забезпечити охорону природних ресурсів, безпечну експлуатацію інженерних об'єктів та дотримання вимог містобудівного і земельного законодавства [1, 3]. Правильне врахування характеристик зон обмежень сприяє раціональному використанню земель та забезпечує збалансований розвиток територій [5].

Класифікація зон обмежень у використанні земель формується відповідно до Порядку ведення Державного земельного кадастру. До основних видів обмежень належать охоронні зони, санітарно-захисні зони, прибережні захисні смуги, зони особливого режиму використання земель, водоохоронні зони та інші обмеження, передбачені чинним законодавством України.

### 1.3 Нормативно-правове регулювання встановлення зон обмежень в Україні

Процес встановлення зон обмежень у використанні земель в Україні регламентується системою нормативно-правових актів, які визначають правові, просторові та функціональні умови формування таких зон [1, 2]. Базовим документом у цій сфері є Земельний кодекс України [1], який закріплює поняття обмежень у використанні земель, встановлює їх правову

природу та визначає обов'язковість врахування зон обмежень під час здійснення землеустрою, ведення Державного земельного кадастру та прийняття управлінських рішень у сфері землекористування.

Відповідно до положень Земельного кодексу України, обмеження у використанні земель встановлюються з метою забезпечення раціонального використання та охорони земель, дотримання вимог екологічної безпеки, захисту населення та збереження об'єктів інженерної і транспортної інфраструктури [1]. Такі обмеження мають враховуватися при формуванні земельних ділянок, зміні їх цільового призначення та розробленні землевпорядної документації [2].

Важливе значення у регулюванні зон обмежень мають нормативні акти у сфері містобудування. Зокрема, вимоги щодо просторового планування територій та встановлення охоронних і захисних зон визначаються Законом України «Про регулювання містобудівної діяльності» [3], а також державними будівельними нормами, зокрема ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій» [4]. Дані документи встановлюють вимоги до розміщення об'єктів забудови, мінімальні відстані від джерел потенційної небезпеки та параметри зон з особливими умовами використання територій.

Окрему групу зон обмежень становлять території, пов'язані з охороною навколишнього природного середовища та водних ресурсів [5]. Їх встановлення регламентується Водним кодексом України [5], який визначає порядок формування прибережних захисних смуг та водоохоронних зон, а також Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища» [6], що встановлює загальні вимоги щодо екологічних обмежень у використанні земель.

Санітарно-захисні зони навколо промислових та інших потенційно небезпечних об'єктів визначаються відповідно до вимог державних санітарних норм і правил, зокрема нормативних документів у сфері санітарного та епідемічного благополуччя населення [7]. Розміри таких зон

залежать від класу шкідливості об'єкта та характеру його впливу на навколишнє середовище і здоров'я людей.

Незважаючи на наявність розгалуженої нормативно-правової бази, на практиці процес встановлення зон обмежень часто ускладнюється необхідністю узгодження вимог різних нормативних документів, які регулюють суміжні сфери [2, 4]. Це призводить до складності визначення меж зон обмежень та їх коректного відображення у землевпорядній і кадастровій документації. У зв'язку з цим зростає роль геоінформаційних систем як інструменту, що дозволяє забезпечити комплексний підхід до формування зон обмежень з урахуванням усіх нормативних вимог. Встановлення зон обмежень у використанні земель регулюється значною кількістю нормативно-правових актів України. Для кожного виду обмежень передбачено окремі законодавчі та нормативні документи, які визначають порядок їх формування, розміри, правовий режим та особливості використання земель у межах таких зон. Зокрема, регулювання здійснюється відповідно до Земельного кодексу України, Водного кодексу України, законів України у сфері охорони земель, містобудівної діяльності та ведення Державного земельного кадастру [8].

Для наочного відображення процесу встановлення зон обмежень у використанні земель розроблено схему, яка демонструє послідовність основних етапів їх формування та взаємозв'язок між ними (рис. 1.2). Схема відображає логіку переходу від визначення об'єктів, навколо яких виникає необхідність встановлення обмежень, до формування відповідних зон та визначення їх просторових параметрів. На схемі також показано роль нормативно-правової бази, яка регламентує порядок встановлення різних видів зон обмежень та визначає особливості їх функціонування. Такий підхід дозволяє комплексно представити процес формування зон обмежень і забезпечує краще розуміння взаємозв'язку між об'єктами обмеження, нормативними вимогами та просторовими характеристиками сформованих зон. Отже, схема (рис. 1.2) демонструє причинно-наслідковий зв'язок: від нормативного регулювання через джерела впливу та типи обмежень до їх

просторової реалізації, що забезпечує комплексне розуміння процесу встановлення зон обмежень у використанні земель.



Рисунок 1.2 – Послідовність формування зон обмежень у використанні земель

Таким чином, рисунок 1.2 демонструє логічну послідовність процесу формування зон обмежень у використанні земель та взаємозв'язок між його основними етапами. Початковою стадією є визначення об'єктів, навколо яких виникає потреба у встановленні спеціального режиму використання території. До таких об'єктів належать водні об'єкти, інженерні комунікації, транспортна інфраструктура, природоохоронні території, а також інші об'єкти, функціонування яких потребує додаткових заходів захисту або контролю використання прилеглих земель.

Після ідентифікації об'єкта здійснюється визначення виду зони обмеження відповідно до його функціонального призначення та характеру впливу на навколишнє середовище і господарську діяльність. Залежно від цього можуть формуватися охоронні, санітарно-захисні, водоохоронні, прибережні захисні та інші види зон, для яких встановлюються окремі умови використання територій.

Наступним етапом є аналіз нормативно-правової бази, яка регламентує порядок встановлення відповідних обмежень. На цьому етапі враховуються

вимоги земельного, водного, природоохоронного та містобудівного законодавства, а також галузеві нормативні документи, що визначають особливості функціонування конкретних об'єктів. Саме нормативні вимоги є основою для визначення допустимих параметрів зон обмежень та умов їх використання.

Завершальним етапом є встановлення просторових характеристик зони, зокрема її розмірів, конфігурації та меж поширення. Результатом такого процесу є формування обґрунтованих зон обмежень, які забезпечують захист природних ресурсів, безпечну експлуатацію інженерних споруд, дотримання екологічних норм і раціональне використання земельних ресурсів. Представлена схема відображає не лише послідовність окремих етапів встановлення зон обмежень, а й взаємозалежність між нормативними вимогами, характеристиками об'єктів. У процесі формування обмежень кожен етап впливає на наступний, забезпечуючи узгодженість прийнятих рішень та відповідність встановлених меж чинним вимогам законодавства. Таким чином, наведена схема відображає комплексний підхід до встановлення зон обмежень та дозволяє простежити взаємозв'язок між об'єктом обмеження, нормативним регулюванням і просторовими параметрами сформованої зони.

## 2 АВТОМАТИЗАЦІЯ ПОБУДОВИ ЗОН ОБМЕЖЕНЬ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

### 2.1 Геоінформаційні системи у сфері геодезії та землеустрою

Геоінформаційні системи (ГІС) у сучасних умовах є важливим елементом цифровізації геодезичної та землевпорядної діяльності. Їх застосування дозволяє ефективно працювати з великими обсягами просторової інформації, здійснювати її обробку, аналіз, зберігання та візуалізацію. У сфері землеустрою геоінформаційні системи використовуються для створення електронних картографічних матеріалів, ведення кадастрових баз даних, проведення просторового аналізу територій та встановлення різних видів обмежень у використанні земель [1, 2].

Використання ГІС-технологій у геодезії та землеустрої значно підвищує точність виконання просторових розрахунків і забезпечує автоматизацію багатьох процесів, які раніше виконувались вручну. Завдяки цьому зменшується ймовірність помилок, скорочується час виконання робіт та підвищується ефективність прийняття управлінських рішень щодо використання земельних ресурсів [2].

Однією з основних переваг геоінформаційних систем є можливість поєднання просторових даних із атрибутивною інформацією. Просторові дані відображають місце розташування об'єктів, їх форму та межі, тоді як атрибутивні дані містять інформацію про характеристики цих об'єктів. Поєднання таких даних дозволяє не лише візуалізувати територію, а й проводити комплексний аналіз її стану та функціонального використання.

Особливо важливим є застосування ГІС при формуванні зон обмежень у використанні земель. Такі зони встановлюються відповідно до вимог земельного, водного, екологічного та містобудівного законодавства України [1, 3, 5, 6]. До них належать охоронні, санітарно-захисні, прибережні захисні смуги, зони особливого режиму використання земель та інші території, де

встановлюються певні обмеження щодо господарської діяльності. Формування таких зон потребує точного визначення меж, врахування нормативних відстаней та аналізу взаємного розташування об'єктів, що ефективно реалізується засобами геоінформаційних систем.

У сфері землеустрою ГІС застосовуються для обліку земель, формування кадастрових даних, аналізу землекористування та контролю за дотриманням встановлених обмежень. Завдяки використанню геоінформаційних технологій забезпечується підвищення точності просторових розрахунків, зменшення впливу людського фактору та скорочення часу виконання землепорядних робіт. Основною особливістю геоінформаційних систем є можливість поєднання просторової інформації з атрибутивними даними, що дозволяє не лише відображати об'єкти на карті, але й аналізувати їх характеристики та взаємозв'язки. Це є особливо важливим при встановленні зон обмежень, оскільки такі зони формуються на основі нормативних параметрів, просторового положення об'єктів та умов їх функціонування.

Важливою складовою ГІС є можливість проведення просторового аналізу. За допомогою спеціалізованих інструментів виконуються операції накладання шарів, буферизації, визначення відстаней, аналізу перетинів та моделювання територіальних процесів. Зокрема, при побудові зон обмежень широко використовується буферний аналіз, який дозволяє автоматично створювати охоронні або санітарно-захисні зони навколо визначених об'єктів відповідно до встановлених нормативів [4, 7].

Типова структура геоінформаційної системи включає кілька взаємопов'язаних компонентів: просторові дані, програмне забезпечення, технічні засоби та методи аналізу. Просторові дані є основою функціонування системи та формуються у вигляді цифрових карт і баз даних. Програмне забезпечення забезпечує введення, обробку, аналіз і відображення інформації. Методи аналізу реалізують функції просторового моделювання та дозволяють отримувати нові дані про територію шляхом виконання аналітичних операцій.

Таким чином, взаємодія цих компонентів забезпечує ефективне використання геоінформаційних систем у землеустрої, зокрема для аналізу територій та формування зон обмежень.

## 2.2 Можливості геоінформаційних систем для формування зон обмежень

Геоінформаційні системи мають широкі функціональні можливості для автоматизованого формування зон обмежень у використанні земель. Використання сучасних ГІС-технологій дозволяє здійснювати просторовий аналіз територій, автоматично визначати межі зон обмежень та проводити оцінку їх впливу на землекористування. Завдяки цьому значно підвищується точність виконання землевпорядних робіт і скорочується час обробки просторових даних [2, 8].

Основою формування зон обмежень у геоінформаційних системах є використання інструментів просторового аналізу. До основних методів належать створення буферних зон, накладання шарів, операції перетину та об'єднання об'єктів, а також виконання просторових запитів. Застосування зазначених інструментів забезпечує автоматизацію процесу визначення територій, на які поширюються певні обмеження відповідно до вимог чинного законодавства та нормативних документів [1, 4].

Найбільш поширеним методом побудови зон обмежень у середовищі ГІС є створення буферних зон. Буферизація полягає у формуванні навколо об'єкта визначеної території із заданою відстанню від його меж. Такий метод широко застосовується для встановлення охоронних зон інженерних мереж, санітарно-захисних зон підприємств, прибережних захисних смуг та інших територій із особливими умовами використання [4, 5, 7].

Розмір буферної зони встановлюється відповідно до нормативних вимог та залежить від типу об'єкта й характеру обмежень. Автоматизоване

створення буферів у ГІС дозволяє уникнути помилок при ручному визначенні меж та забезпечує високу точність просторових розрахунків.

Буферні зони використовуються як один із основних інструментів автоматизованого формування зон обмежень у землекористуванні. Їх застосування дозволяє оперативно визначати території, на які поширюються певні режими використання земель, а також здійснювати аналіз впливу таких обмежень на земельні ділянки.

Крім буферизації, у геоінформаційних системах широко застосовується метод накладання шарів (*overlay analysis*). Суть цього методу полягає у поєднанні кількох тематичних шарів для отримання нової просторової інформації. Наприклад, накладання шару земельних ділянок на шар зон обмежень дозволяє визначити ділянки, що повністю або частково потрапляють у межі встановлених обмежень. Такий підхід дає можливість оцінити вплив обмежень на структуру землекористування та приймати обґрунтовані рішення щодо подальшого використання територій [8].

Важливе значення при формуванні зон обмежень має операція перетину (*intersection*). Цей інструмент використовується для визначення спільної частини кількох просторових об'єктів або шарів. За допомогою операції перетину можна встановити площу земельних ділянок, що знаходяться в межах охоронних зон, санітарних розривів або інших територій із обмеженим режимом використання.

Ще одним методом просторового аналізу є операція об'єднання (*union*), яка дозволяє поєднати декілька наборів просторових даних у єдиний шар. Такий підхід використовується у випадках, коли необхідно врахувати одночасний вплив декількох видів обмежень на територію. У результаті формується комплексна модель зон обмежень, що дає змогу оцінити сукупний вплив різних факторів на землекористування.

У геоінформаційних системах також застосовуються просторові запити (*spatial query*), які дозволяють здійснювати пошук об'єктів за їх просторовим розташуванням. Наприклад, за допомогою просторових запитів можна

визначити земельні ділянки, що розташовані в межах певної відстані від транспортних магістралей, водних об'єктів або інженерних комунікацій. Використання такого інструменту значно спрощує процес аналізу територій та підготовки земельпорядної документації.

Однією з переваг застосування ГІС у процесі формування зон обмежень є можливість автоматизованого обчислення площ, довжин та інших геометричних характеристик об'єктів. Це дозволяє отримувати точні кількісні показники щодо територій, на які поширюються обмеження, а також формувати тематичні карти та аналітичні матеріали.

Таким чином, використання геоінформаційних систем забезпечує комплексний підхід до формування зон обмежень у використанні земель. Поєднання інструментів буферизації, накладання шарів, просторових запитів та інших методів аналізу дозволяє автоматизувати процес обробки просторових даних, підвищити точність розрахунків та забезпечити ефективне управління земельними ресурсами [2, 8].

### 2.3 Вибір програмного забезпечення для автоматизованої побудови зон обмежень

Для реалізації автоматизованої побудови зон обмежень у використанні земель необхідно застосовувати програмне забезпечення, яке забезпечує обробку геопросторових даних, виконання просторового аналізу та створення картографічних матеріалів. У сучасній практиці землеустрою для вирішення таких завдань найбільш поширеними є геоінформаційні системи та системи автоматизованого проєктування [2, 8].

Серед програмних продуктів, що використовуються для роботи з просторовими даними, особливе місце займають QGIS та AutoCAD. Зазначені програмні засоби мають різне функціональне призначення, однак їх спільне використання дозволяє забезпечити комплексний підхід до формування зон обмежень та підготовки графічної документації.

Геоінформаційна система QGIS є одним із найбільш поширених програмних продуктів для роботи з геопросторовою інформацією. Програма має відкритий програмний код та надається у вільному доступі, що значно спрощує її використання у сфері землеустрою та геодезії. QGIS підтримує роботу з векторними і растровими даними, різними форматами геопросторової інформації та системами координат. Крім того, програмне середовище забезпечує можливість підключення додаткових модулів і плагінів для розширення функціональних можливостей. Використання QGIS дозволяє автоматизувати процес формування зон обмежень відповідно до нормативно встановлених параметрів. Це особливо важливо при роботі з великими масивами просторових даних, оскільки автоматизація значно скорочує час виконання робіт та зменшує ймовірність помилок при обробці інформації.

Програмне забезпечення AutoCAD використовується переважно для створення та редагування креслень, схем і планово-картографічних матеріалів. У землевпорядній практиці AutoCAD застосовується для підготовки графічної частини документації, уточнення геометрії об'єктів та оформлення результатів виконаних робіт. Програма забезпечує високу точність креслень і дозволяє виконувати детальне редагування графічних елементів.

На відміну від геоінформаційних систем, AutoCAD має обмежені можливості щодо просторового аналізу та роботи з геопросторовими базами даних. Основне призначення програми полягає у створенні графічних матеріалів, а не у виконанні складних аналітичних операцій. Саме тому використання AutoCAD є доцільним на завершальних етапах підготовки землевпорядної документації, коли необхідно оформити результати просторового аналізу у вигляді креслень або схем.

Поєднання можливостей QGIS та AutoCAD забезпечує ефективний підхід до автоматизованої побудови зон обмежень. QGIS використовується для виконання просторового аналізу, побудови буферних зон та обробки геопросторових даних, тоді як AutoCAD застосовується для візуалізації та оформлення кінцевих результатів. Використання двох програмних продуктів

у комплексі дозволяє підвищити точність виконання землевпорядних робіт, забезпечити наочність графічних матеріалів та привести документацію у відповідність до чинних нормативних вимог. В таблиці 2.2 наведена таблиця порівняння програмного забезпечення.

На рисунку 2.1 наведено логотипи програмних продуктів, що використовуються для автоматизованої побудови зон обмежень.



Рисунок 2.1 – Логотипи програмних забезпечень

Таблиця 2.2 – Порівняння програмного забезпечення

Параметр	QGIS	AUTOCAD
Тип програмного забезпечення	Геоінформаційні системи	Система автоматизованого проектування
Робота з геопросторовими даними	Повноцінна підтримка векторних та растрових даних	Обмежена
Просторовий аналіз	Широкий набір інструментів (буферизація, overlay, аналіз)	Практично відсутній
Робота з системами координат	Підтримується	Підтримується частково
Переваги	Безкоштовна, функціональна, підтримує плагіни	Висока точність креслень
Недоліки	Потребує навичок роботи з ГІС	Обмежені можливості аналізу

Таким чином, наведена схема відображає основні етапи автоматизованого формування зон обмежень навколо водних об'єктів у середовищі QGIS. Початковим етапом є підготовка вихідних просторових даних, що включає завантаження картографічної основи території

дослідження, цифрової моделі рельєфу та векторного шару водних об'єктів. Використання цифрової моделі рельєфу дозволяє врахувати особливості місцевості та просторове розташування об'єктів дослідження (рис. 2.3).



Рисунок 2.3 – Послідовність автоматизованого формування зон обмежень навколо водних об'єктів у середовищі QGIS

Після підготовки вихідних даних здійснюється вибір об'єктів, навколо яких необхідно встановити зони обмежень, та визначення нормативних параметрів буферизації. У межах даної роботи для водних об'єктів території міста Люботин було використано буферну зону шириною 50 м. Наступним етапом є побудова буферних зон засобами геоінформаційної системи QGIS, перевірка коректності отриманих результатів та їх збереження у вигляді окремого просторового шару. Завершальним етапом є формування атрибутивної таблиці та створення картографічних матеріалів, які можуть бути використані для подальшого аналізу, моніторингу та прийняття управлінських рішень щодо використання територій у межах встановлених обмежень.

Для демонстрації загального алгоритму встановлення зон обмежень було використано векторний шар водних об'єктів території м. Люботин. Робота виконувалася у проєкції EPSG:32637 (UTM), що забезпечує коректність виконання метричних вимірювань.

Створення зони обмежень здійснювалося за допомогою інструменту буферизації геоінформаційної системи. В якості вхідних даних використано векторний шар водних об'єктів, для якого задано нормативну відстань буфера відповідно до вимог водоохоронного законодавства. З метою формування єдиної зони було застосовано параметр об'єднання результатів (Dissolve). У результаті виконання операції сформовано новий векторний шар, що відображає прибережну захисну смугу навколо водних об'єктів. (рис. 2.4–2.5).

Для перевірки коректності побудови буферної зони додатково проведено контрольне вимірювання її ширини за допомогою відповідних інструментів QGIS, що підтвердило відповідність отриманого результату заданим параметрам. (рис. 2.4).

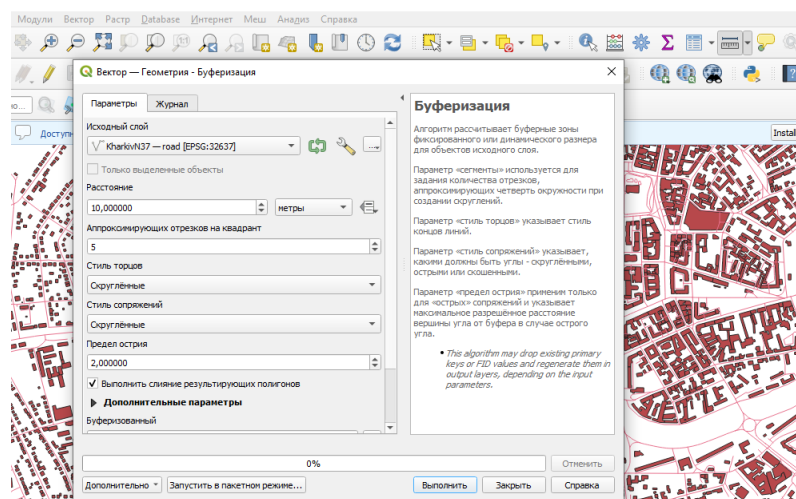


Рисунок 2.4 – Налаштування параметрів інструмента «Буферизація» у середовищі QGIS

Рисунок 2.5 демонструє результат збереження сформованої буферної зони як окремого векторного шару після виконання інструменту буферизації у

середовищі QGIS. Отриманий шар містить просторові дані про межі сформованої зони обмежень та може бути використаний для подальшого аналізу, редагування, накладання на інші тематичні шари й формування картографічних матеріалів. Збереження результатів у вигляді окремого шару забезпечує можливість їх повторного використання в інших геоінформаційних проєктах та спрощує процес оновлення просторових даних.

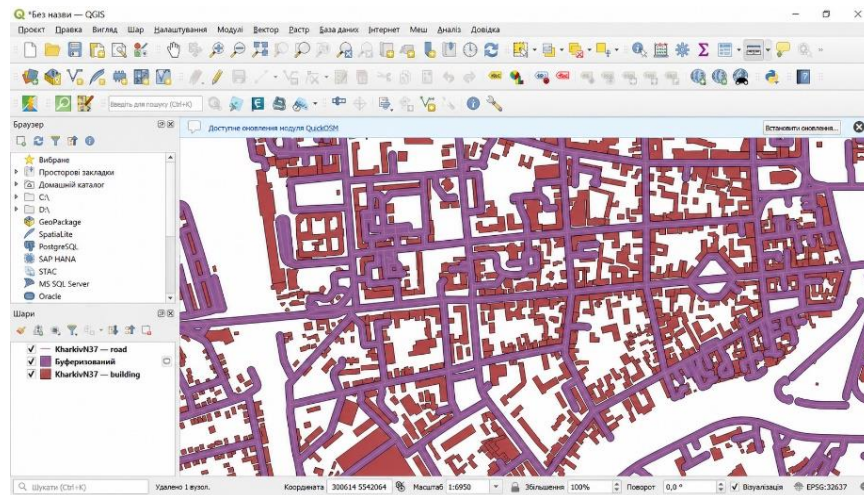


Рисунок 2.5 – Результат збережено як новий шар

Отримані результати підтверджують доцільність використання геоінформаційних технологій для вирішення завдань просторового планування та управління земельними ресурсами. Автоматизація процесів побудови зон обмежень сприяє підвищенню оперативності виконання робіт, та забезпечує можливість подальшого вдосконалення методики шляхом врахування додаткових просторових параметрів і критеріїв аналізу.

## 3 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА АПРОБАЦІЯ АЛГОРИТМУ ПОБУДОВИ ЗОН ОБМЕЖЕНЬ

### 3.1 Загальна характеристика об'єкта дослідження

Об'єктом дослідження у даній роботі обрано місто Люботин Харківської області. Вибір саме цієї території зумовлений декількома факторами. По-перше, місто має досить розвинену транспортну та інженерну інфраструктуру, що створює необхідність встановлення різних видів обмежень у використанні земель. По-друге, для території міста доступні відкриті геопросторові дані, які можуть бути використані для виконання просторового аналізу в геоінформаційних системах. Крім того, використання реального населеного пункту дозволяє апробувати запропонований алгоритм побудови зон обмежень на практиці.

Місто Люботин розташоване у Харківській області та входить до складу Харківського району. Воно знаходиться приблизно за 24 км на захід від обласного центру – міста Харкова, що забезпечує тісні транспортні та економічні зв'язки з регіональним центром. Через територію міста проходять важливі транспортні комунікації, зокрема залізничні колії та автомобільні дороги, що з'єднують Харків із іншими містами України. Завдяки цьому Люботин відіграє важливу роль у транспортній системі регіону.

Географічно місто розташоване у лісостеповій зоні на західних схилах Середньоросійської височини. Територією міста протікають річки Люботинка та Мерефа, що належать до басейну Сіверського Дінця. Наявність водних об'єктів, зелених зон та природних джерел формує природні особливості території, які також повинні враховуватися при плануванні використання земель та встановленні обмежень.

Розташування міста Люботин показано на картографічному матеріалі, отриманому з відкритого картографічного сервісу OpenStreetMap (рис. 3.1).

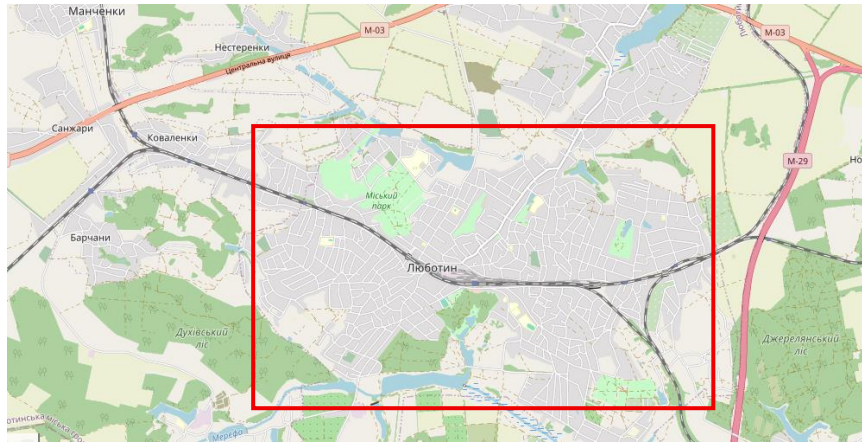


Рисунок 3.1 – Розташування міста Люботин Харківської області (за даними OpenStreetMap)

Місто має площу близько 30 км<sup>2</sup> та налічує понад 20 тисяч мешканців. Воно є адміністративним центром Люботинської міської територіальної громади. До складу громади входять також декілька прилеглих населених пунктів, що формують єдину систему землекористування та просторового планування.

Історія розвитку Люботина бере початок у XVII столітті. За історичними джерелами, перші поселення на території сучасного міста виникли приблизно у середині XVII століття, а сам населений пункт сформувався як слобода у складі Харківського козацького полку. У подальшому місто розвивалося як адміністративний та транспортний центр, що сприяло формуванню його сучасної інфраструктури.

Сучасний розвиток міста характеризується наявністю житлової забудови, транспортної інфраструктури, промислових та комунальних об'єктів. У межах міста розташовані автомобільні дороги, залізничні колії, інженерні мережі, а також природні об'єкти, які формують різні типи функціонального використання території. У зв'язку з цим виникає необхідність встановлення відповідних зон обмежень, зокрема охоронних зон транспортної інфраструктури, санітарно-захисних зон, водоохоронних територій та інших регламентованих зон. На рисунку 3.2 наведено карту-схему територіальних громад та районів міста Люботин.



Рисунок 3.2 – Карта-схема територіальних громад та районів міста Люботин

Для виконання практичної частини дослідження були використані відкриті геопросторові дані, отримані з картографічного сервісу OpenStreetMap. Дані цього сервісу містять інформацію про транспортну мережу, забудову, водні об'єкти та інші елементи території, що дозволяє використовувати їх для побудови тематичних карт та виконання просторового аналізу у геоінформаційних системах.

Таким чином, місто Люботин є доцільним об'єктом для апробації алгоритму автоматизованої побудови зон обмежень, оскільки характеризується наявністю різноманітних просторових об'єктів та достатньою кількістю відкритих геоданих для виконання аналізу.

### 3.2 Вихідні дані для побудови зон обмежень

Для виконання практичної частини дослідження використано просторові дані, необхідні для моделювання зон обмежень у межах міста Люботин Харківської області. Для наочного відображення території міста Люботин у QGIS було додано підкладку OpenStreetMap (OSM Standard), яка

забезпечує базову картографічну інформацію про дороги, водойми та забудову. Підкладка використана виключно для візуальної перевірки розташування об'єктів та зон обмежень. На рисунку 3.3 зображено наочне відображення території міста.

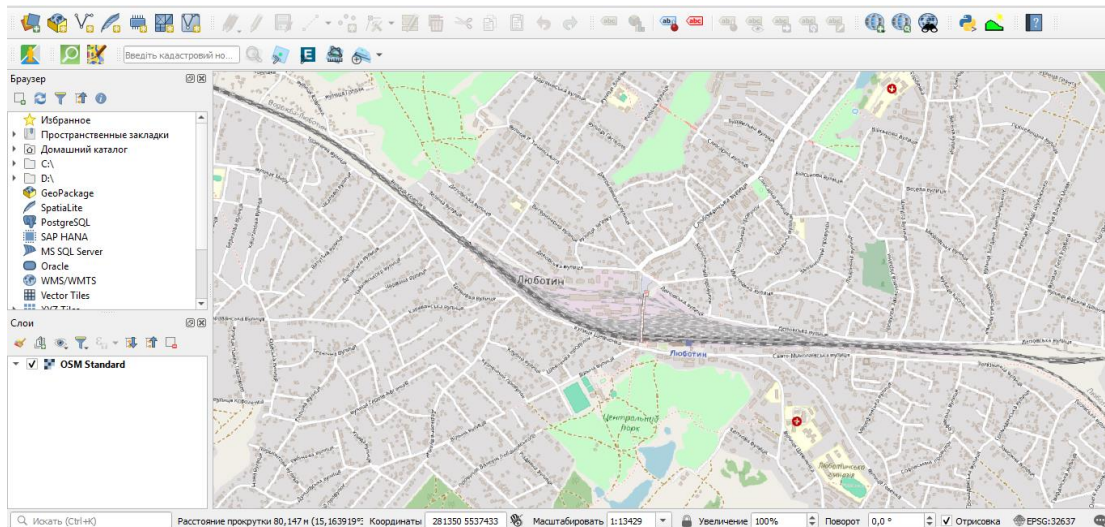


Рисунок 3.3 – Наочне відображення території міста Люботин

Для побудови зон обмежень було використано векторні шари водних об'єктів «waterway\_stream» та «natural\_water», отримані з бази даних OpenStreetMap за допомогою плагіна QuickOSM. Дані використовувалися для моделювання прибережних захисних смуг та подальшого просторового аналізу території міста Люботин. Отримані шари містять інформацію про просторове розташування водних об'єктів (річок, струмків та водойм) і використовуються як базова основа для подальшого формування буферних зон обмежень.

На рисунку 3.4 представлено фрагмент карти з доданими шарами водних об'єктів у середовищі QGIS. Візуалізація даних дозволяє оцінити просторове розташування водних об'єктів та їх взаємозв'язок із територією міста.

Таким чином, у результаті підготовчого етапу було сформовано комплекс вихідних геопросторових даних, необхідних для побудови зон обмежень у межах досліджуваної території. До складу вихідних даних

увійшли векторні шари водних об'єктів (річок, струмків, водойм), отримані з відкритої бази даних OpenStreetMap, а також базова картографічна підкладка, що забезпечує візуалізацію просторового контексту.

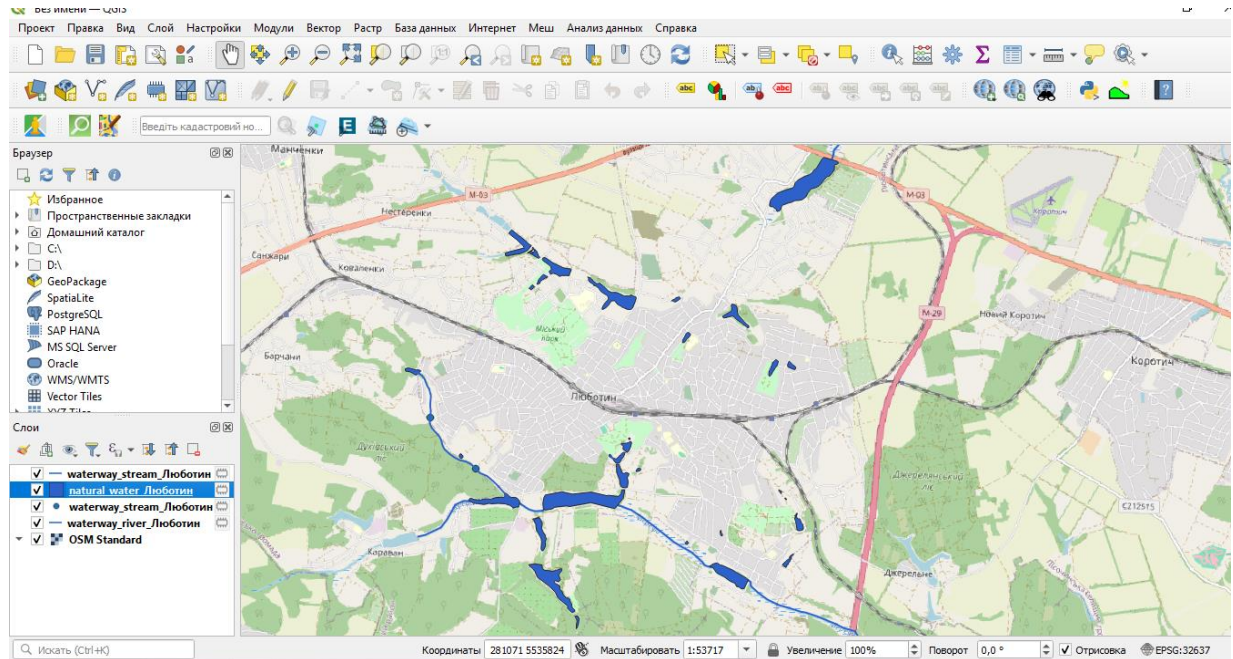


Рисунок 3.4 – Векторний шар «waterway\_stream», отриманий з OpenStreetMap у середовищі QGIS (територія м. Люботин)

Усі дані були завантажені та оброблені у середовищі геоінформаційної системи QGIS. На етапі підготовки виконано перевірку геометрії об'єктів, приведення векторних шарів до єдиної системи координат EPSG:32637 (UTM), а також обрізку даних відповідно до меж досліджуваної території. Це забезпечило узгодженість просторових даних та коректність подальших вимірювань і просторового аналізу.

Нормативні документи визначають мінімальну ширину прибережних захисних смуг, однак не враховують локальні особливості рельєфу території. Водночас крутизна схилів може впливати на інтенсивність поверхневого стоку, розвиток ерозійних процесів та надходження забруднюючих речовин до водних об'єктів. Тому в межах даного дослідження додатково проаналізовано вплив рельєфу на формування зон обмежень шляхом використання цифрової

моделі рельєфу та класифікації схилів. Такий підхід має дослідницький характер і спрямований на оцінку можливостей удосконалення традиційного буферного аналізу засобами ГІС.

Таким чином, визначені нормативні значення були використані як основа для вибору параметрів буферних зон у процесі геоінформаційного моделювання.

Для аналізу рельєфу території було використано цифрову модель рельєфу (DEM). У середовищі QGIS за допомогою інструменту Contour (GDAL) на основі значень висот побудовано горизонталі з заданим інтервалом. Отримані ізолінії дозволили візуалізувати особливості рельєфу досліджуваної території, визначити долини водотоків та ділянки зі зміною крутизни схилів. Результат побудови горизонталей наведено на рисунку 3.5.

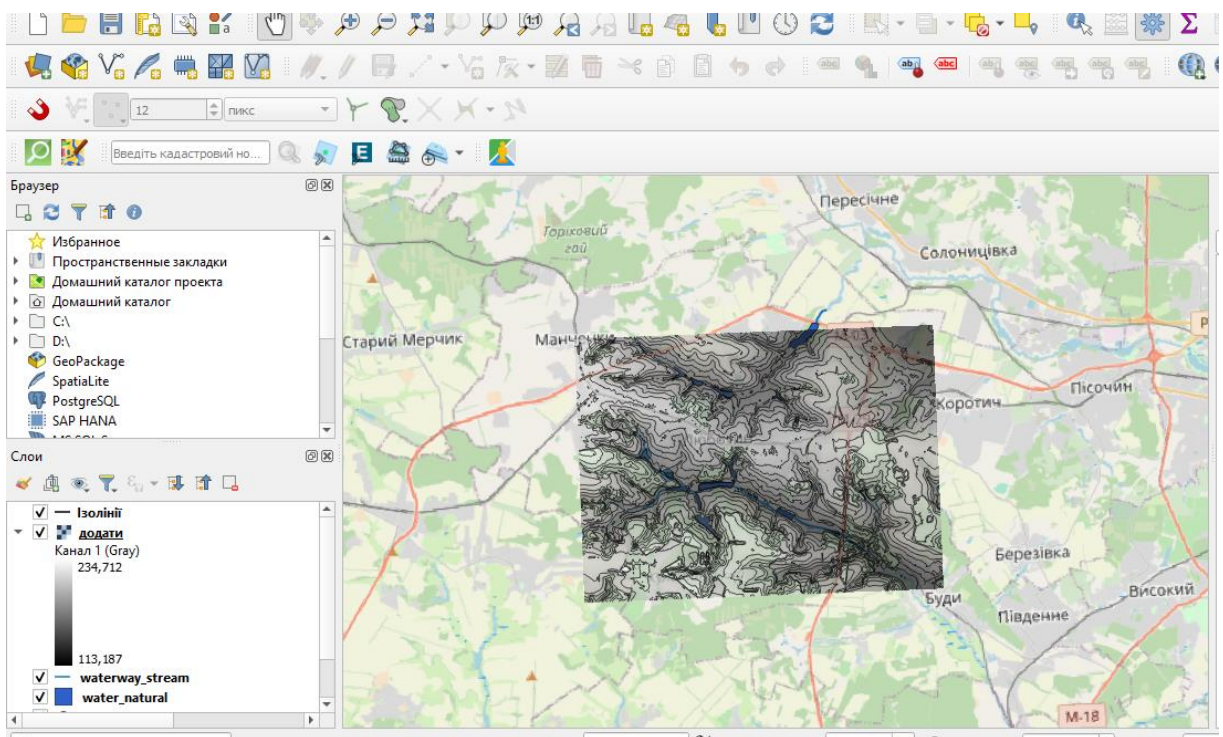


Рисунок 3.5 – Візуалізація рельєфу території за допомогою горизонталей, побудованих на основі цифрової моделі рельєфу (DEM) у QGIS

Для більш детального відображення морфологічних особливостей рельєфу на рисунку 3.6 представлено збільшений фрагмент досліджуваної

території, що дозволяє чіткіше простежити конфігурацію горизонталей, характер зміни висот та особливості просторового розташування форм рельєфу.

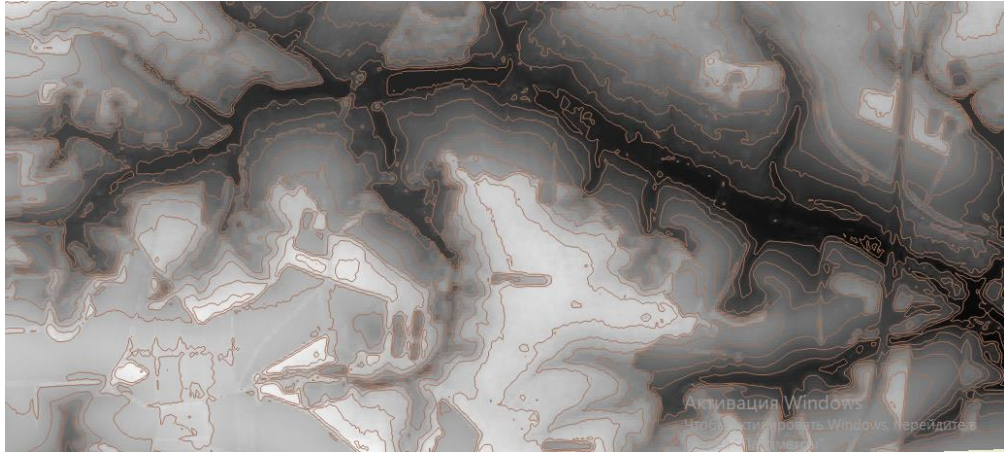


Рисунок 3.6 – Фрагмент цифрової моделі рельєфу з побудованими горизонталями (збільшений масштаб)

### 3.3 Створення базової буферної зони

На основі векторного шару річок (`waterway_stream`) було створено базову (нормативну) буферну зону без урахування рельєфу (рис. 3.7) Для цього використано інструмент «Буферні зони» у QGIS. Відстань буфера обрана нормативною – 50 м відповідно до законодавчих вимог. Опція «Об'єднати результат» дозволила отримати єдиний полігон, що покриває всю територію вздовж водних об'єктів.

Кількість апроксимуючих відрізків на квадрат встановлено рівною 20 для всіх шарів, що забезпечило плавні та рівні краї буферних зон.

Результати побудови базових буферних зон наведено на рисунку 3.8. Використання такого підходу дозволяє оцінити просторове розташування земель, що потрапляють до зони впливу водних об'єктів, а також створює основу для подальшого уточнення меж із врахуванням морфометричних характеристик рельєфу.

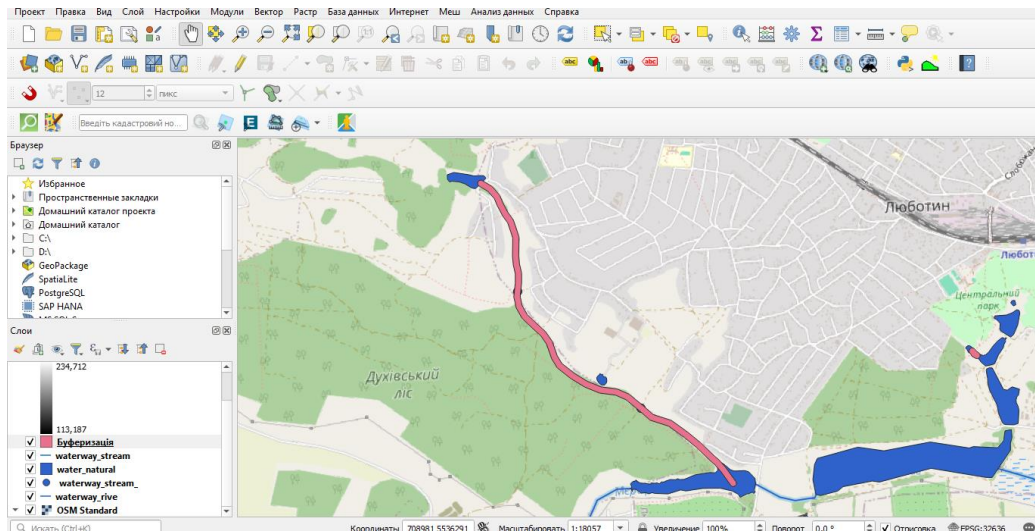


Рисунок 3.7 – Базова буферна зона навколо річок (50 м), побудована без урахування рельєфу

Отримані полігони слугуватимуть основою для подальшого створення змінного буфера з урахуванням крутизни схилів та топографії території.

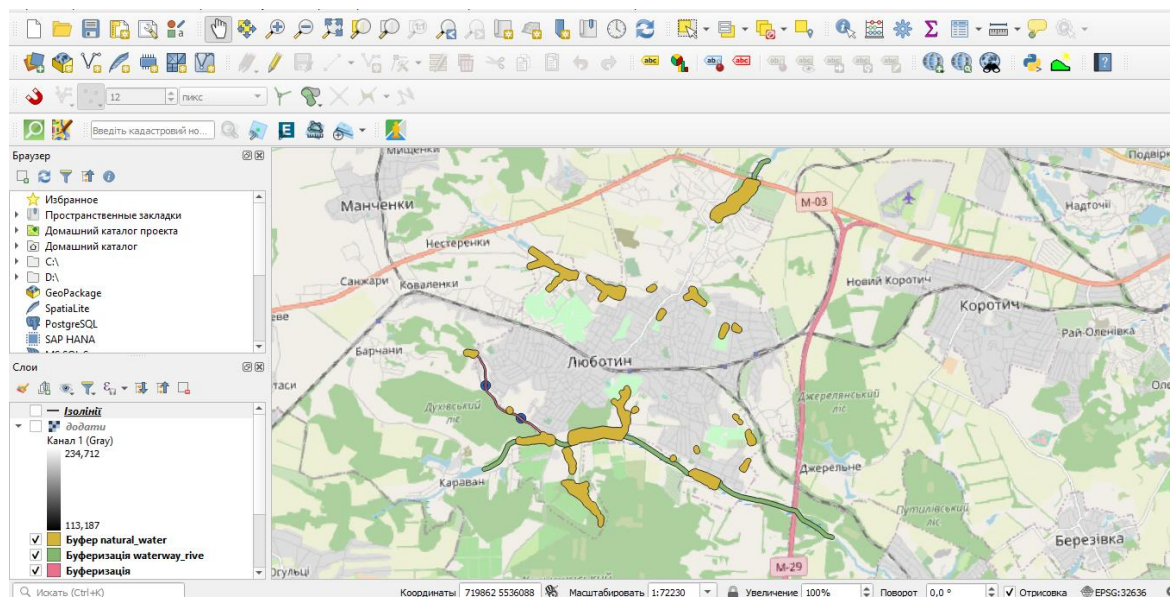


Рисунок 3.8 – Базові буферні зони навколо водних об'єктів (50 м) для різних типів річок та озер, побудовані без урахування рельєфу

Формування нормативної буферної зони навколо водних об'єктів виконувалося на основі визначеної нормативної відстані. Буферна зона

описується як множина точок, що знаходяться на відстані не більше заданого значення від межі об'єкта:

$$B = \{x \in R^2 / d(x, A) \leq r,$$

де  $A$  – водний об'єкт;

$d(x, A)$  – евклідова відстань від точки до об'єкта;

$r$  – нормативна ширина буферної зони.

### 3.4 Аналіз рельєфу

Для врахування впливу рельєфу на формування зон обмежень було виконано аналіз цифрової моделі рельєфу (DEM). З використанням інструменту «Slope» у середовищі QGIS було побудовано растр крутизни схилів, який відображає нахил поверхні у градусах. Отриманий растр дозволяє оцінити морфологію території та виділити ділянки з різною крутизною, що є важливим фактором при моделюванні прибережних захисних смуг (рис. 3.9).

На рисунку 3.10 наведено фрагмент території м. Люботин, на якому відображено рельєф місцевості, водні об'єкти та струмок із результатами аналізу крутизни прилеглих схилів. Поєднання цифрової моделі рельєфу з гідрографічною мережею дало змогу оцінити особливості просторового розташування водних об'єктів відносно форм рельєфу та визначити ділянки з різними значеннями нахилу поверхні. Аналіз крутизни схилів є важливим етапом встановлення прибережних захисних смуг, оскільки їх ширина може змінюватися залежно від рельєфних умов території. Представлений фрагмент демонструє характер розподілу схилів у межах водозбірної території та слугує основою для подальшого обґрунтування меж природоохоронних зон відповідно до вимог земельного та водного законодавства.

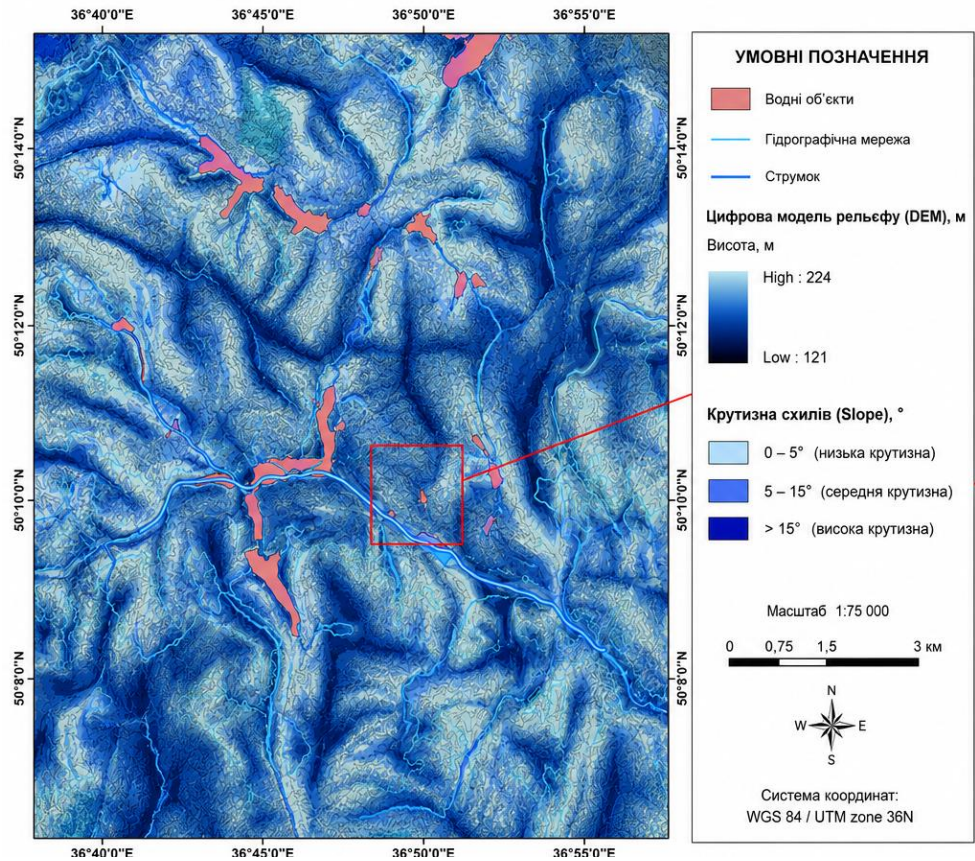


Рисунок 3.9 – Побудова растру крутизни схилів (Slope) у QGIS

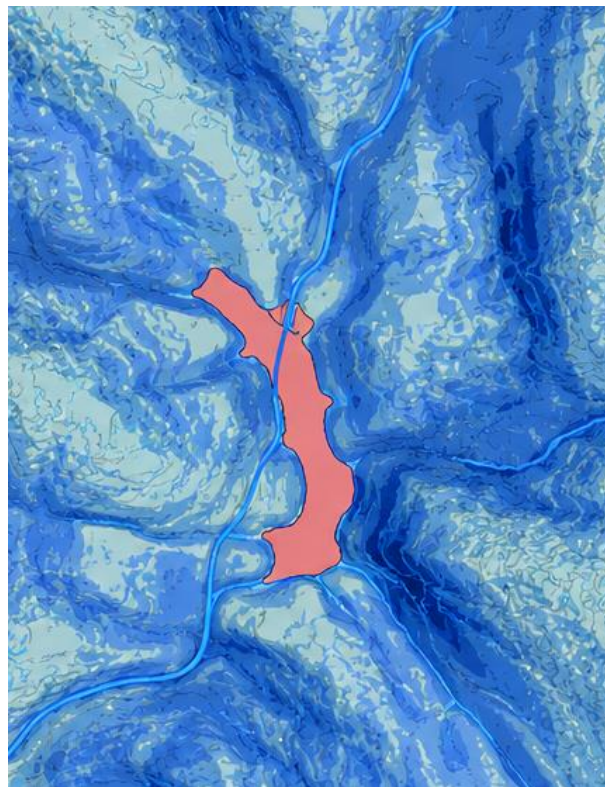


Рисунок 3.10 – Фрагмент території м. Люботин із відображенням рельєфу, крутизна схилів водних об'єктів та струмка

Для визначення крутизни схилів використовувався алгоритм обчислення градієнта поверхні цифрової моделі рельєфу:

$$S = \Delta h / L,$$

де  $S$  – крутизна схилу;

$\Delta h$  – різниця висот між точками, м;

$L$  – горизонтальна відстань між точками, м.

### 3.4 Класифікація значень

Отриманий растр крутизни схилів було перекласифіковано методом дискретної градації. Для аналізу виділено три класи крутизни:

- 0–3° – рівнинні ділянки;
- 3–7° – слабопохилі схили;
- понад 7° – круті схили.

На рисунку 3.11 зображено, що класифікація виконувалася шляхом задання граничних значень класів у режимі псевдокольорового відображення растру.

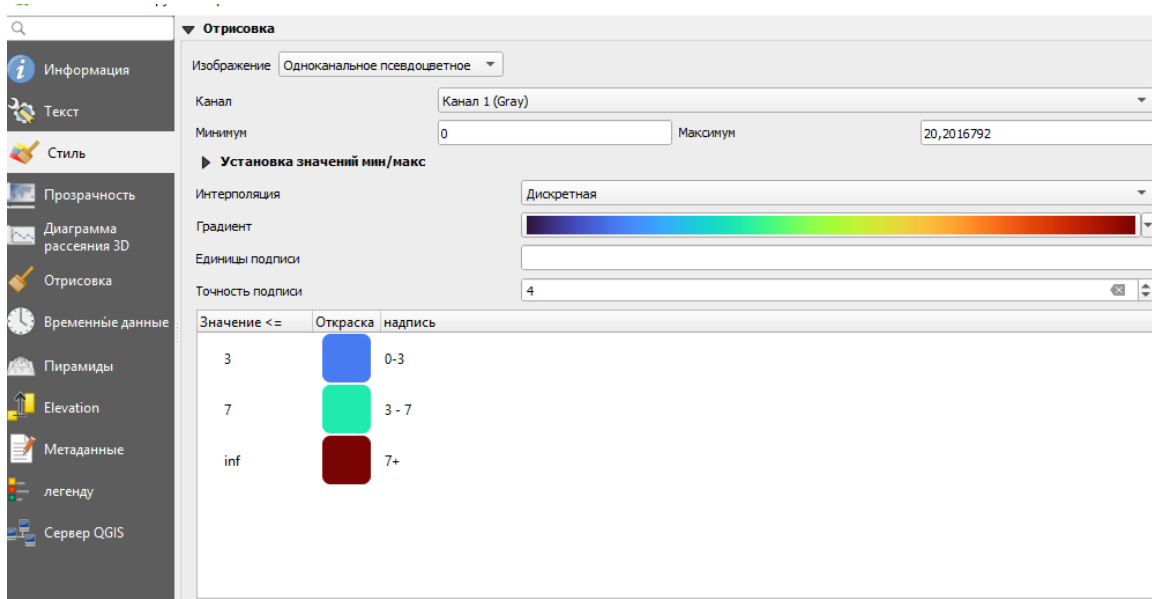


Рисунок 3.11 – Класифікація граничних значень

Для відображення результатів використано дискретну кольорову шкалу, що дозволяє чітко відокремити класи крутизни (рис. 3.12). Кожному діапазону значень присвоєно окремий колір для покращення інтерпретації просторового розподілу схилів.

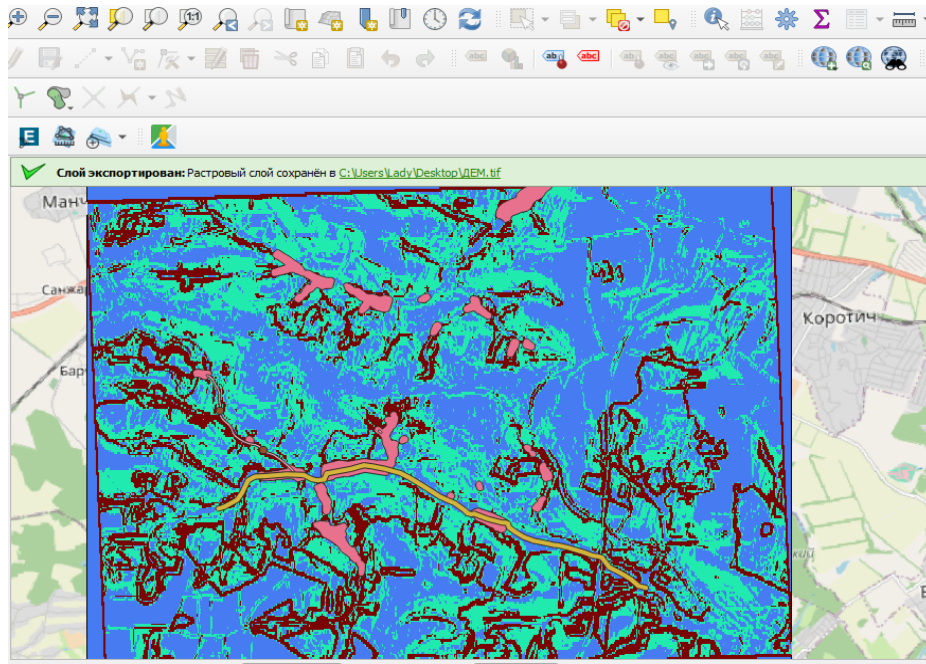


Рисунок 3.12 – Класифікована карта крутизни схилів

### 3.5 Визначення коефіцієнтів впливу рельєфу

Оскільки візуальна класифікація растру крутизни схилів не змінює його числових значень, для врахування впливу рельєфу було виконано перекласифікацію значень уклонів у відповідні коефіцієнти впливу. З цією метою використано інструмент «Калькулятор растра» в програмному середовищі QGIS. Відповідно до прийнятої градації, для ділянок з уклоном  $0-3^\circ$  встановлено коефіцієнт 1,0, для  $3-7^\circ$  – 1,5, для понад  $7^\circ$  – 2,0. У результаті створено растр коефіцієнтів, який відображає ступінь впливу рельєфу на ширину буферної зони (рис. 3.13).

Для врахування впливу рельєфу на ширину прибережної захисної смуги було введено коефіцієнт коригування:

$k = 1,0$ , якщо  $0^\circ \leq S < 3^\circ$ ,

$k = 1,5$ , якщо  $3^\circ \leq S < 7^\circ$ ,

$k = 2,0$ , якщо  $S \geq 7^\circ$ .

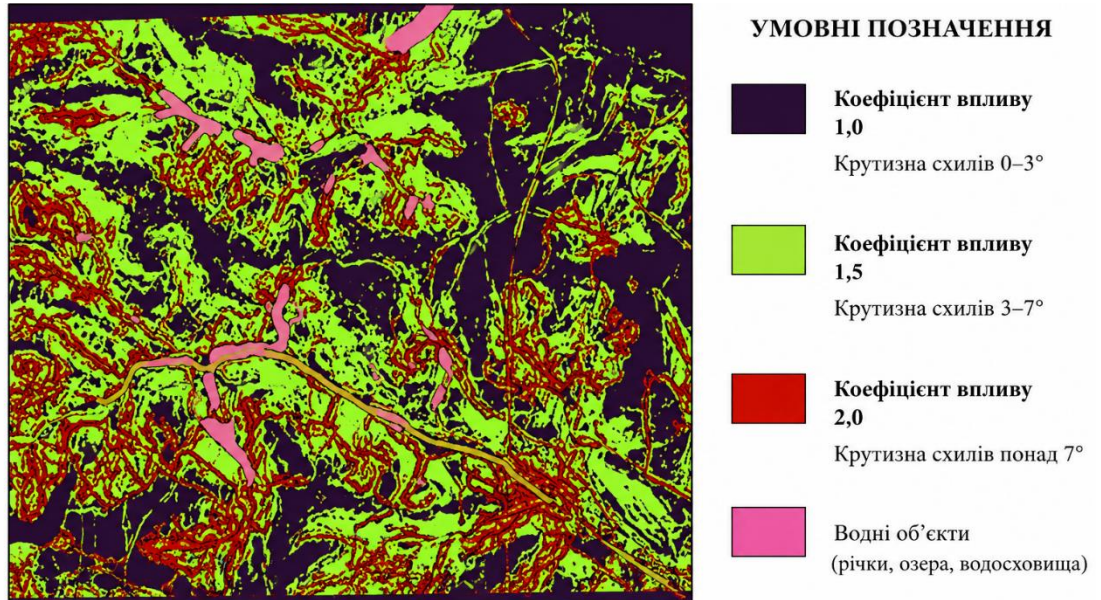


Рисунок 3.13 – Результат перекласифікації растру крутизни схилів у коефіцієнти впливу (1,0; 1,5; 2,0)

### 3.6 Побудова змінної буферної зони

Для оцінки впливу рельєфу на формування прибережних захисних смуг було виконано просторовий аналіз взаємного розташування водних об'єктів. На першому етапі проведено візуалізацію класифікованого растру крутизни схилів разом із шаром водних об'єктів, що дозволило визначити просторові особливості рельєфу в межах досліджуваної території (рис. 3.14).

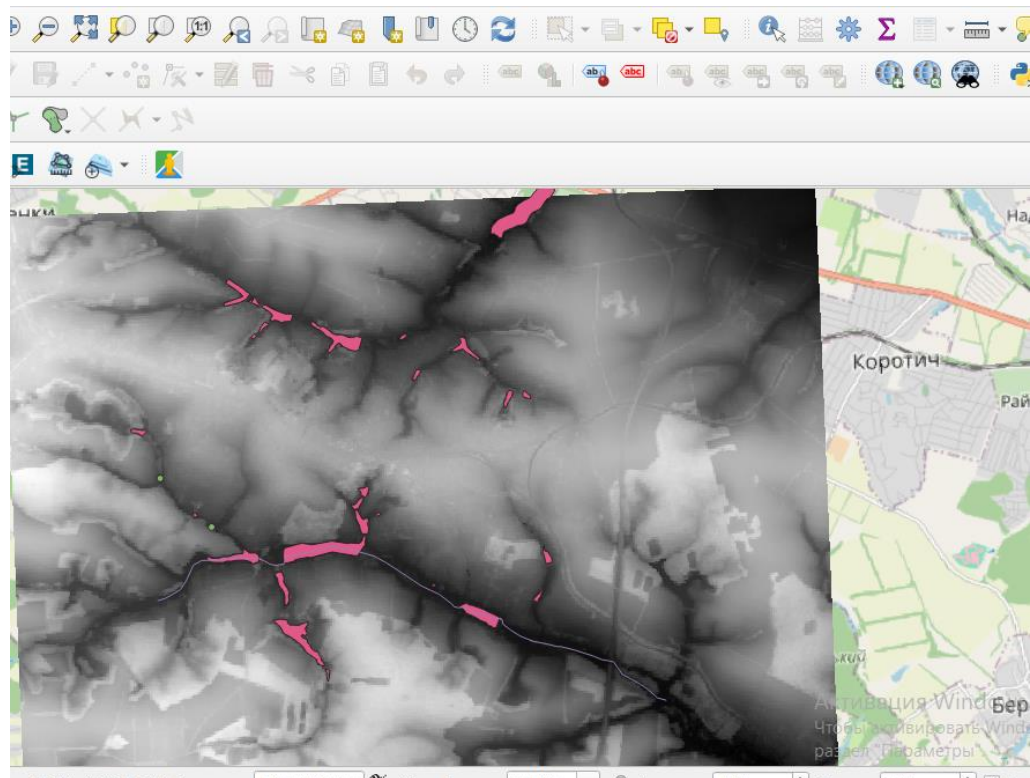


Рисунок 3.14 – Карта розташування водних об’єктів на території дослідження

Адаптивна ширина буферної зони визначалася шляхом множення нормативної відстані на коефіцієнт впливу рельєфу:

$$B_{\{adapt\}} = B_{\{norm\}} \cdot k,$$

де  $B_{adapt}$  – адаптивна ширина буферної зони;

$B_{norm}$  – нормативна ширина;

$k$  – коефіцієнт впливу рельєфу.

Подальший етап полягав у накладенні нормативної буферної зони шириною 50 м на результати аналізу рельєфу. Просторове суміщення дозволило оцінити характер проходження буферної зони відносно ділянок із різною крутизною схилів та визначити території, де існує підвищений ризик поверхневого стоку й ерозійних процесів (рис. 3.15).

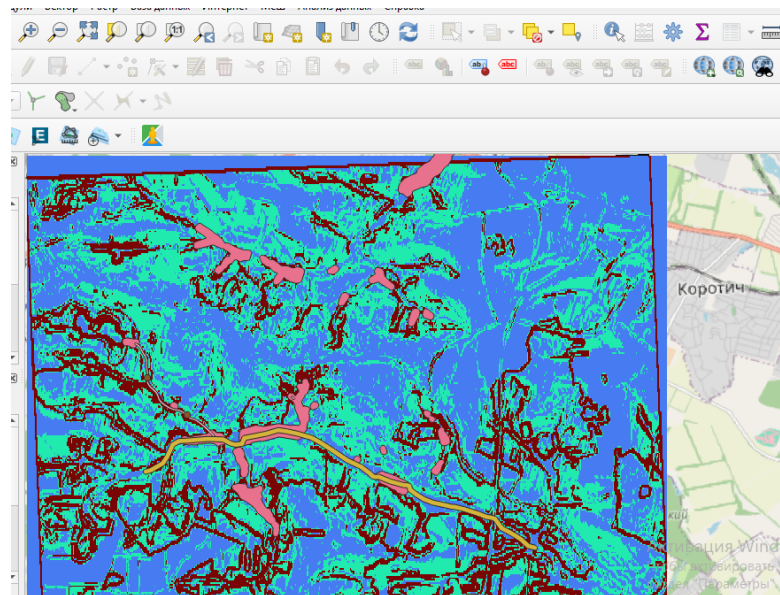


Рисунок 3.15 – Просторове суміщення нормативної буферної зони з картою крутизни схилів

У результаті аналізу встановлено, що на окремих ділянках зі значною крутизною схилів нормативна ширина прибережної захисної смуги може бути недостатньою для забезпечення належного рівня екологічного захисту водних об'єктів (рис. 3.16). Отримані результати підтверджують доцільність використання адаптивного підходу до формування зон обмежень із урахуванням рельєфу території.

Для формування адаптивної буферної зони було виконано поєднання базової буферної зони навколо водних об'єктів із результатами аналізу крутизни схилів. На основі класифікованого растру схилів застосовано коефіцієнти впливу рельєфу (1,0; 1,5 та 2,0), що дозволило збільшити ширину буфера на ділянках зі складними геоморфологічними умовами. Після виконання просторового аналізу та об'єднання отриманих полігонів сформовано єдину адаптивну буферну зону, яка враховує особливості рельєфу території дослідження.

На рисунку 3.17 представлено кінцевий результат побудови адаптивної буферної зони, ширина якої змінюється залежно від крутизни схилів та

забезпечує більш обґрунтоване встановлення зон обмежень навколо водних об'єктів.

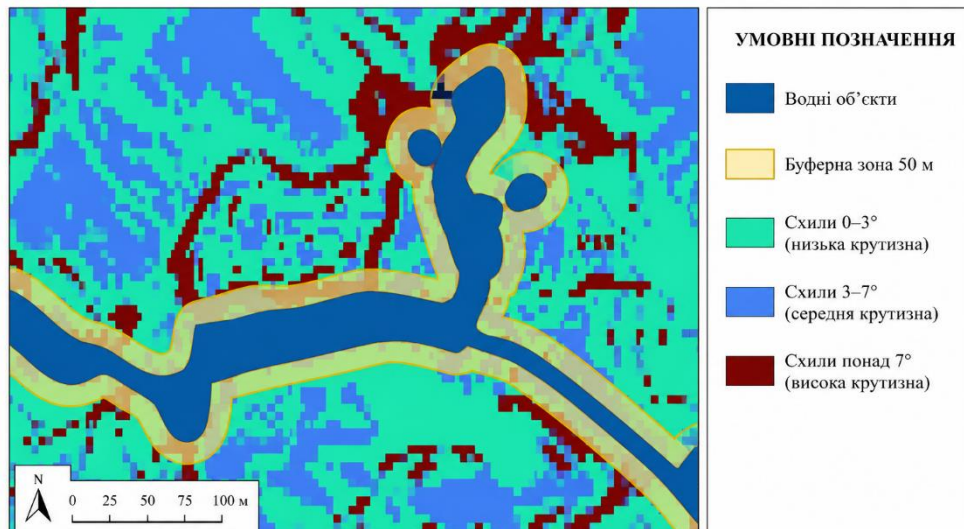


Рисунок 3.16 – Просторове суміщення буферної зони навколо водних об'єктів з картою крутизни схилів

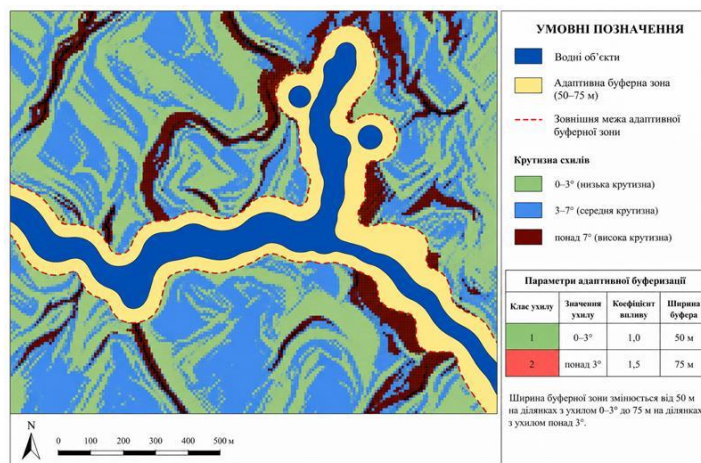


Рисунок 3.17 – Адаптивна буферна зона навколо водних об'єктів з урахуванням крутизни схилів

Отриманий результат було збережено у векторному форматі для подальшого використання та картографічного оформлення.

### 3.7 Аналіз отриманих результатів

У результаті виконання геоінформаційного моделювання було сформовано прибережні захисні смуги з урахуванням рельєфу території м. Люботин. Використання цифрової моделі рельєфу дозволило врахувати вплив крутизни схилів на ширину зон обмежень.

Аналіз отриманих результатів показав, що на рівнинних ділянках ширина захисної смуги відповідає нормативному значенню 50 м. На територіях зі схилами 3–7° ширина буферної зони збільшувалась у 1,5 рази, а на ділянках з крутизною понад 7° – у 2 рази. Такий підхід дозволив більш обґрунтовано врахувати природні умови території та потенційний ризик поверхневого стоку.

Отримані результати підтверджують ефективність використання геоінформаційних систем для автоматизованого формування зон обмежень та демонструють можливість удосконалення традиційного буферного аналізу шляхом урахування рельєфу місцевості. Використання адаптивного підходу до побудови прибережних захисних смуг дозволило підвищити точність відображення природних умов досліджуваної території порівняно з традиційним методом створення буферних зон фіксованої ширини. На відміну від стандартного підходу, запропонована методика враховує особливості рельєфу та забезпечує диференційоване встановлення обмежень залежно від крутизни схилів. Практична апробація алгоритму на території міста Люботин підтвердила можливість його застосування для автоматизованого формування зон обмежень у межах водоохоронних територій.

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 4.1 Характеристика умов праці під час роботи з геоінформаційними системами

Під час виконання робіт із побудови зон обмежень у середовищі геоінформаційних систем основним робочим місцем є персональний комп'ютер, оснащений засобами введення та відображення інформації. Робота виконується в приміщенні офісного типу та належить до категорії розумової праці, що супроводжується тривалим використанням комп'ютерної техніки [37].

Під час виконання роботи здійснювалися операції зі збору, обробки та аналізу геопросторових даних у програмному середовищі QGIS. Особливістю таких робіт є тривале статичне навантаження на опорно-руховий апарат, зорове навантаження та вплив електронного обладнання [38].

Для забезпечення безпечних умов праці необхідно дотримуватись вимог чинного законодавства та нормативних документів у сфері охорони праці.

Основні небезпечні та шкідливі фактори, характерні для роботи з геоінформаційними системами, наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори під час роботи з ГІС

Виробничий фактор	Джерело виникнення	Можливі наслідки
Зорове навантаження	Монітор ПК	Втома очей
Статичне навантаження	Тривале сидіння	Порушення постави
Психоемоційне навантаження	Аналіз геоданих	Перевтома
Електричний струм	Комп'ютерне обладнання	Враження струмом
Пожежна безпека	Електромережа	Загоряння

## 4.2 Вимоги до організації робочого місця оператора ГІС

Організація робочого місця користувача геоінформаційних систем повинна забезпечувати комфортні та безпечні умови праці. Робоче місце має відповідати ергономічним вимогам та забезпечувати правильне положення тіла працівника під час роботи [37].

Монітор рекомендується розташовувати на відстані 50–70 см від очей користувача. Верхня межа екрана повинна знаходитися на рівні очей або трохи нижче. Робочий стіл має забезпечувати достатній простір для розміщення комп'ютерного обладнання та документації.

Освітлення приміщення повинно бути комбінованим та відповідати нормативним показникам. Недостатній рівень освітлення призводить до швидкої втоми органів зору та зниження продуктивності праці [38]. Рекомендовані параметри організації робочого місця наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Рекомендовані параметри робочого місця користувача ГІС

Показник	Нормативне значення
Відстань до монітора	50-70 см
Висота робочого столу	680-750 мм
Освітленість робочої поверхні	300-500 лк
Тривалість безперервної роботи	Не більше 2 год.
Перерва	10-15 хв.

## 4.3 Заходи електробезпеки та пожежної безпеки

Під час роботи з комп'ютерною технікою особливу увагу необхідно приділяти питанням електробезпеки. Всі електроприлади повинні бути справними, мати заземлення та використовуватися відповідно до інструкцій виробника [39]. Забороняється: використовувати пошкоджені кабелі, працювати з несправним обладнанням, самостійно виконувати ремонт

електроприладів, перевантажувати електричну мережу. Заходи безпеки під час експлуатації комп'ютерного обладнання наведено в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Заходи безпеки під час експлуатації комп'ютерного обладнання

Небезпека	Заходи попередження
Ураження електричним струмом	Заземлення обладнання
Перегрів техніки	Регулярне очищення
Загоряння електропроводки	Контроль стану мережі
Перевтома працівника	Регламентовані перерви

#### 4.4 Заходи щодо збереження здоров'я користувача ГІС

Для зменшення негативного впливу роботи за комп'ютером рекомендується дотримуватися режиму праці та відпочинку. Через кожні 60–120 хвилин роботи необхідно робити короткі перерви та виконувати вправи для очей і опорно-рухового апарату [38].

Регулярне провітрювання приміщення, підтримання оптимального мікроклімату та дотримання ергономічних вимог сприяють підвищенню працездатності працівника та зменшенню ризику професійних захворювань.

Таким чином, під час виконання робіт із формування зон обмежень у середовищі геоінформаційних систем необхідно забезпечувати належні умови праці, дотримуватися вимог електробезпеки, пожежної безпеки та ергономіки робочого місця. Реалізація запропонованих заходів дозволяє мінімізувати вплив шкідливих виробничих факторів та створити безпечні умови праці для користувачів ГІС. Виконання комплексу організаційних, технічних та санітарно-гігієнічних заходів забезпечує створення безпечного виробничого середовища для фахівців, які працюють із геоінформаційними технологіями.

## ВИСНОВКИ

У дипломній роботі досліджено процеси автоматизації побудови зон обмежень у використанні земель із застосуванням геоінформаційних систем. На основі аналізу наукових джерел та нормативно-правової бази встановлено, що формування зон обмежень є важливим елементом раціонального використання земельних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки територій та дотримання вимог природоохоронного законодавства. Розглянуто основні види зон обмежень, особливості їх встановлення та нормативне забезпечення в Україні.

У роботі проаналізовано функціональні можливості сучасних геоінформаційних систем щодо автоматизації процесів просторового аналізу. Встановлено, що використання ГІС-технологій дозволяє підвищити точність визначення меж зон обмежень, скоротити тривалість обробки геопросторових даних та забезпечити ефективне управління інформацією про земельні ресурси. За результатами порівняльного аналізу програмного забезпечення обґрунтовано доцільність використання геоінформаційної системи QGIS для виконання завдань автоматизованого формування зон обмежень.

У практичній частині роботи сформовано базу просторових даних території дослідження та виконано обробку відкритих геопросторових даних. Для території міста Люботин Харківської області створено векторний шар водних об'єктів, проведено аналіз цифрової моделі рельєфу та виконано побудову зон обмежень із використанням інструментів просторового аналізу QGIS.

У процесі дослідження реалізовано алгоритм автоматизованого формування буферних зон навколо водних об'єктів з урахуванням рельєфних особливостей місцевості. На основі класифікації схилів та застосування відповідних коефіцієнтів впливу рельєфу сформовано адаптивну модель зон обмежень, яка дозволяє враховувати природні умови території під час визначення їх просторових параметрів. Отримані результати свідчать про

доцільність коригування нормативних буферних відстаней на ділянках зі значними ухилами для підвищення рівня захисту водних об'єктів та прилеглих територій.

За результатами виконаних робіт створено тематичні картографічні матеріали, сформовано атрибутивну базу даних зон обмежень та підготовлено просторову модель їх розташування на території дослідження. Отримані матеріали можуть бути використані під час ведення земельного кадастру, виконання землевпорядних робіт, розроблення містобудівної документації, екологічного моніторингу та планування заходів щодо охорони земель і водних ресурсів.

Практичне значення одержаних результатів полягає у можливості їх застосування для автоматизації процесів встановлення зон обмежень на різних територіях із використанням відкритих геопросторових даних та сучасних геоінформаційних технологій. Запропонований підхід може бути адаптований для інших видів обмежень у використанні земель, що потребують врахування природних, екологічних або інженерно-геологічних факторів.

Перспективним напрямом подальших досліджень є розширення набору факторів, що впливають на формування зон обмежень, зокрема врахування характеристик ґрунтового покриву, гідрологічних умов, структури землекористування та даних дистанційного зондування Землі. Подальше вдосконалення алгоритмів просторового аналізу дозволить підвищити точність моделювання, забезпечити більш детальне врахування особливостей території та розширити можливості використання геоінформаційних систем.

Таким чином, мету дипломної роботи досягнуто, а отримані результати підтвердили ефективність застосування геоінформаційних систем для автоматизації побудови зон обмежень та вирішення завдань землеустрою, кадастру і територіального планування.

## СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Земельний кодекс України : Закон України від 25.10.2001 № 2768-III. Відомості Верховної Ради України. 2002. № 3–4. Ст. 27. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14> (дата звернення: 15.05.2026).

2. Закон України «Про землеустрій» від 22.05.2003 № 858-IV. Відомості Верховної Ради України. 2003. № 36. Ст. 282. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/858-15> (дата звернення: 16.05.2026).

3. Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності» від 17.02.2011 № 3038-VI. Відомості Верховної Ради України. 2011. № 34. Ст. 343. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17> (дата звернення: 17.05.2026).

4. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. Київ : Мінрегіон України, 2019. 177 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2019/07/DBN-B22-12-2019.pdf> (дата звернення: 18.05.2026).

5. Водний кодекс України : Закон України від 06.06.1995 № 213/95-ВР. Відомості Верховної Ради України. 1995. № 24. Ст. 189. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-вр> (дата звернення: 18.05.2026).

6. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25.06.1991 № 1264-XII. Відомості Верховної Ради України. 1991. № 41. Ст. 546. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12> (дата звернення: 19.05.2026).

7. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів : ДСП № 173-96. Київ : МОЗ України, 1996. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96> (дата звернення: 20.05.2026).

8. Порядок ведення Державного земельного кадастру : Постанова Кабінету Міністрів України від 17.10.2012 № 1051. Київ : Кабінет Міністрів України, 2012. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1051-2012-%D0%BF> (дата звернення: 11.06.2026).

9. Закон України «Про Державний земельний кадастр» від 07.07.2011 № 3613-VI. Київ : Верховна Рада України, 2011. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3613-17> (дата звернення: 11.06.2026).

10. Закон України «Про охорону земель» від 19.06.2003 № 962-IV. Київ : Верховна Рада України, 2003. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/962-15> (дата звернення: 12.06.2026).

11. Закон України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» від 23.12.1998 № 353-XIV. Київ : Верховна Рада України, 1998. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/353-14> (дата звернення: 12.06.2026).

12. Закон України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних» від 13.04.2020 № 554-IX. Київ : Верховна Рада України, 2020. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/554-20> (дата звернення: 13.06.2026).

13. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку використання Державної геодезичної референцної системи координат УСК-2000» від 22.09.2004 № 1259. Київ : Кабінет Міністрів України, 2004. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1259-2004-%D0%BF> (дата звернення: 13.06.2026).

14. ДБН Б.1.1-14:2021. Склад та зміст містобудівної документації на місцевому рівні. Київ : Мінрегіон України, 2021. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2022/08/DBN-B.1.1-14\\_2021.pdf](https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2022/08/DBN-B.1.1-14_2021.pdf) (дата звернення: 14.06.2026). 15. Основи геоінформаційних систем : навч. посіб. / за ред. А. М. Трофимчука. Київ : Каравела, 2020. 340 с.

- 15 Геоінформаційні системи і бази даних : підручник / В. І. Зацерковний та ін. Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2017. 492 с.
- 16 Берлянт А. М. Картографія : підручник. Київ : Знання, 2014. 487 с.
- 17 Геодезія : підручник / М. Г. Войтенко та ін. Київ : Знання, 2019. 574 с.
- 18 Палеха Ю. М. Землеустрій та кадастр : навч. посіб. Київ : Ліра-К, 2018. 432 с.
- 19 Третяк А. М. Землевпорядне проєктування : навч. посіб. Київ : Аграрна наука, 2019. 528 с.
- 20 Геоінформаційне картографування : навч. посіб. / Л. Г. Руденко та ін. Київ : Наукова думка, 2018. 276 с.
- 21 Longley P. A., Goodchild M. F., Maguire D. J., Rhind D. W. Geographic Information Systems and Science. 4th ed. Hoboken : Wiley, 2015. 560 p.
- 22 Burrough P. A., McDonnell R. A. Principles of Geographical Information Systems. Oxford : Oxford University Press, 2015. 333 p.
- 23 Chang K. T. Introduction to Geographic Information Systems. New York : McGraw-Hill, 2019. 448 p.
- 24 QGIS Documentation. User Guide. QGIS Development Team, 2025. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://docs.qgis.org> (дата звернення: 15.06.2026).
- 25 QGIS Training Manual. QGIS Development Team, 2025. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://qgis.org> (дата звернення: 15.06.2026).
- 26 OpenStreetMap Foundation. OpenStreetMap Data Model and Documentation. 2025. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.openstreetmap.org> (дата звернення: 16.06.2026).
- 27 Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) User Guide. NASA, 2023. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://wiki.openstreetmap.org> (дата звернення: 16.06.2026).
- 28 Copernicus Data Space Ecosystem Documentation. European Commission, 2025. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dataspace.copernicus.eu> (дата звернення: 17.06.2026).

29 USGS Earth Explorer User Guide. United States Geological Survey, 2024. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://earthexplorer.usgs.gov> (дата звернення: 17.06.2026).

30 Tomlin C. D. Geographic Information Systems and Cartographic Modeling. New York : Prentice Hall, 2018. 249 p.

31 Heywood I., Cornelius S., Carver S. An Introduction to Geographical Information Systems. Pearson Education, 2019. 520 p.

32 DeMers M. N. Fundamentals of Geographic Information Systems. New York : Wiley, 2018. 648 p. 34. Bolstad P. GIS Fundamentals: A First Text on Geographic Information Systems. Minnesota : XanEdu Publishing, 2019. 783 p.

33 Li Z., Zhu Q., Gold C. Digital Terrain Modeling: Principles and Methodology. CRC Press, 2020. 323 p.

34 Goodchild M. F. Geographic Information Science. International Journal of Geographical Information Science. 2020. Vol. 34. № 1. P. 1–10.

35 Закон України «Про охорону праці». Відомості Верховної Ради України.

36. ДСанПіН 3.3.2.007-98. Державні санітарні правила і норми роботи з відеодисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин.

37. НПАОП 0.00-1.28-10. Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин.

38. Кодекс цивільного захисту України.

39. Кириленко А. В. Аналіз методів автоматизації побудови зон обмежень в геоінформаційних системах // Будівництво, землеустрій та цивільна інженерія : матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2026. С. 191–192. [Електронний ресурс].

– Режим доступу: [https://science.kname.edu.ua/images/dok/konferentsii/2026/Tezi%20konferencij/C.%203%20Budivnictvo%20zemleustrij%20ta%20civilna%20inzeneria\\_26.pdf](https://science.kname.edu.ua/images/dok/konferentsii/2026/Tezi%20konferencij/C.%203%20Budivnictvo%20zemleustrij%20ta%20civilna%20inzeneria_26.pdf) (дата звернення: 20.06.2026).

## ДОДАТОК А

Фрагмент картографічної основи території дослідження (м. Люботин) до  
побудови зон обмежень

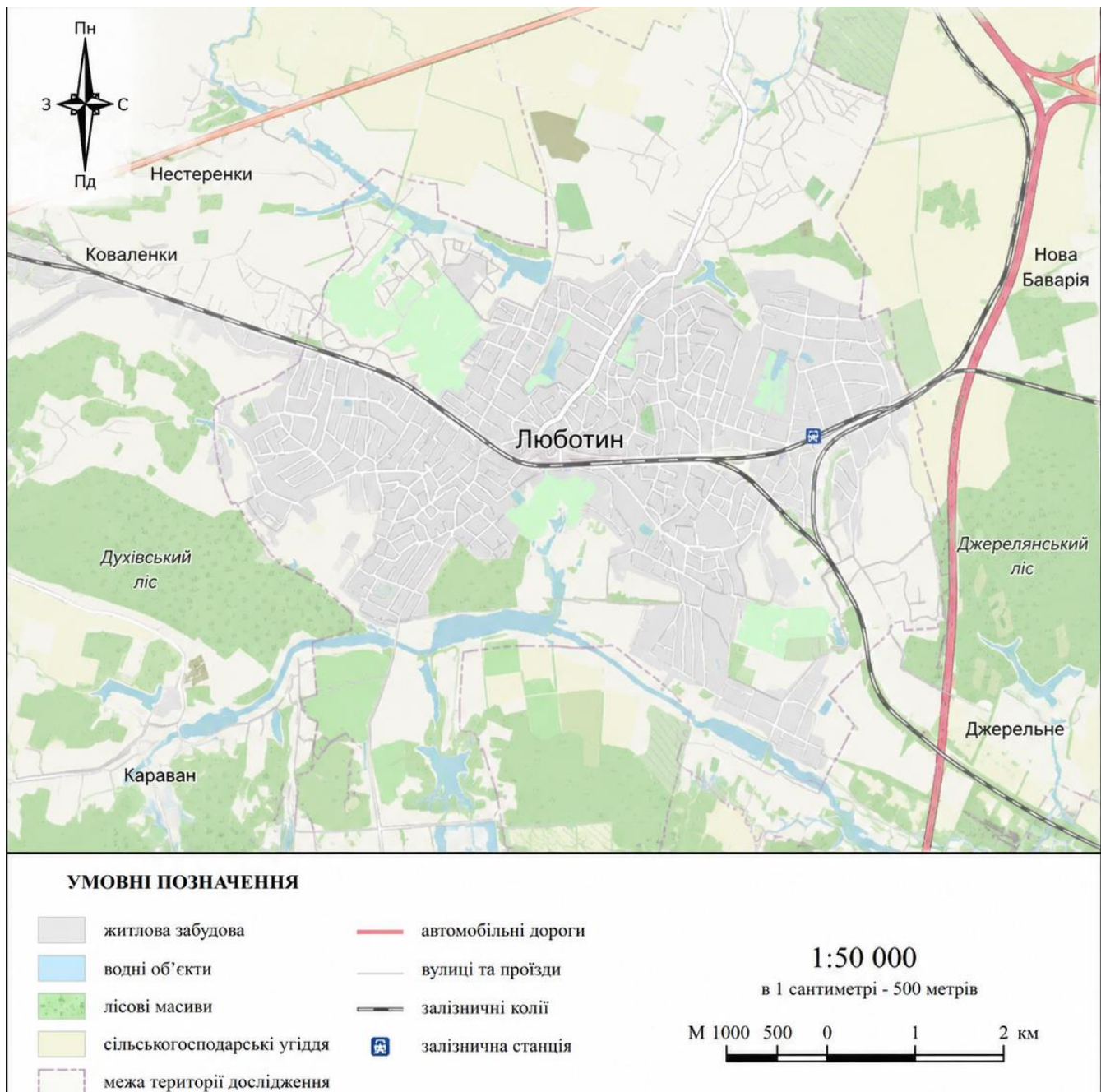


Рисунок А1 – Фрагмент картографічної основи території м. Люботин

## ДОДАТОК Б

Вихідний векторний шар водних об'єктів, використаний для побудови зон обмежень на території м. Люботин

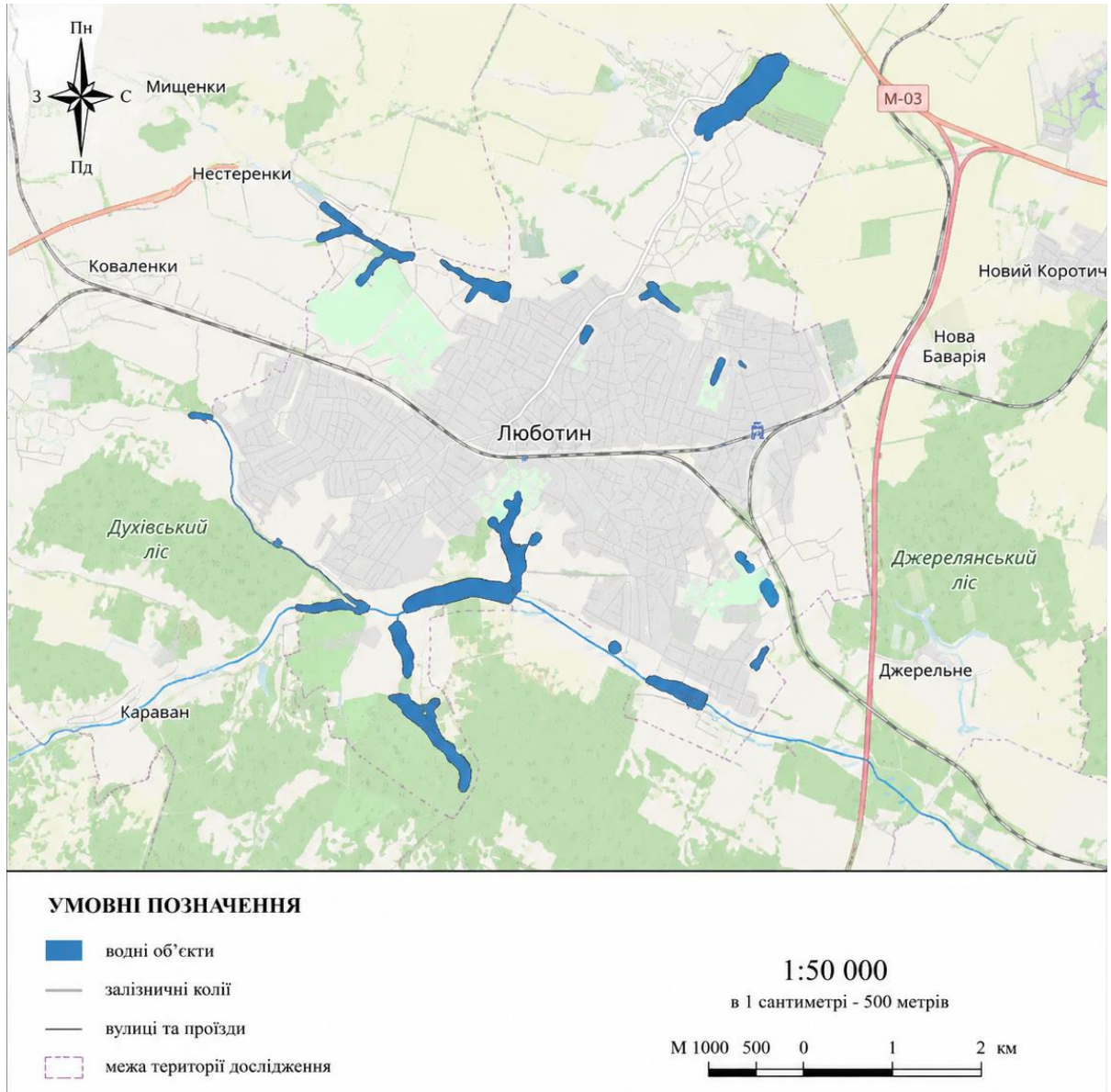


Рисунок Б1 – Векторний шар водних об'єктів

## ДОДАТОК В

## Результат побудови буферної зони навколо водних об'єктів

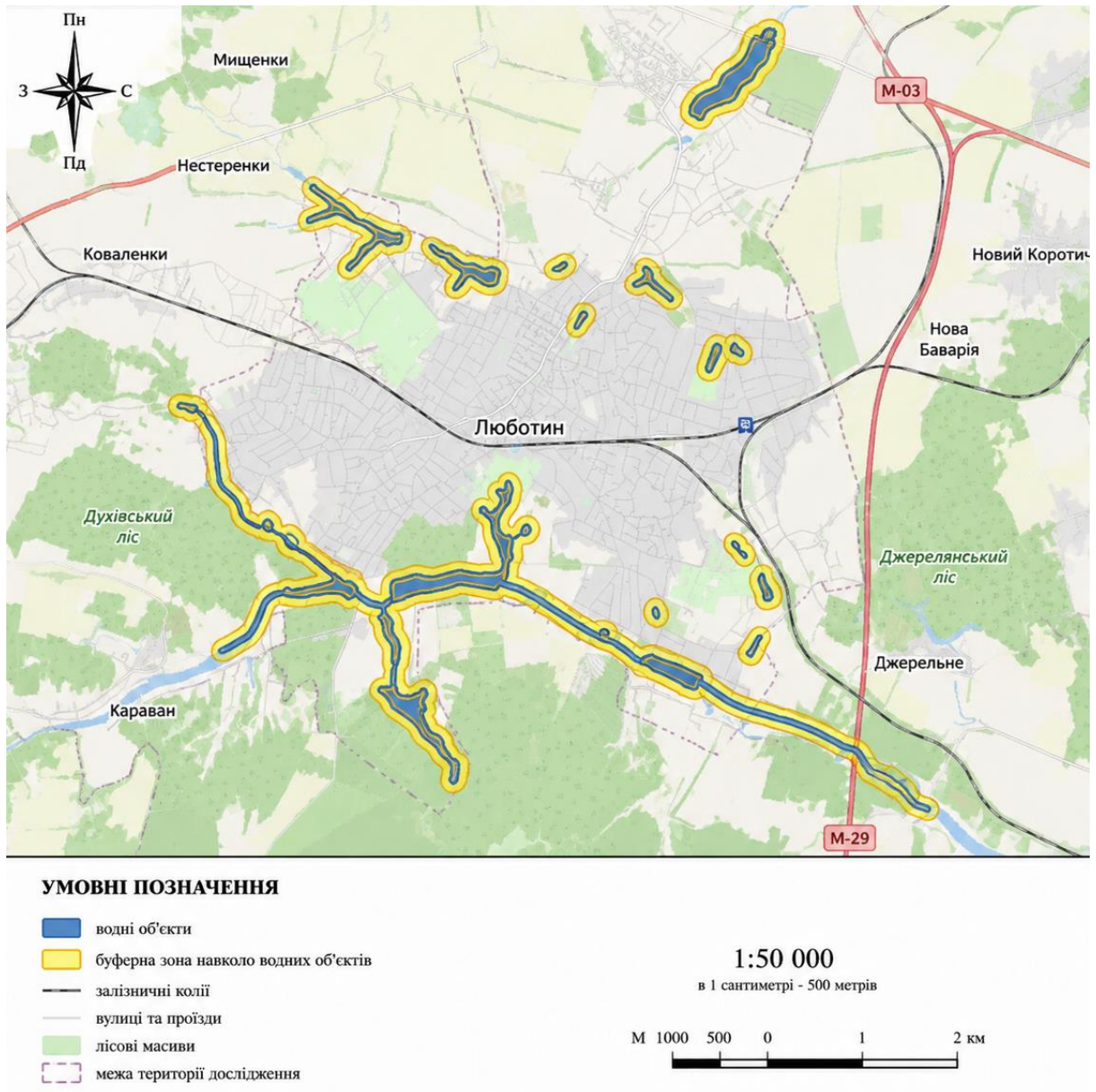


Рисунок В1 – Буферна зона навколо водних об'єктів

## ДОДАТОК Г

Атрибутивна таблиця сформованих зон обмежень водних об'єктів території

м. Люботин

Таблиця Г1 – Зони обмежень водних об'єктів

fid	Тип вихідного об'єкта	Категорія об'єкта	Спосіб побудови зони	Ширина буфера, м	Результат	Площа, м <sup>2</sup>	Периметр, м
1	Лінійний об'єкт	Струмок	Буферизація	50	Зона обмежень	31428.37	1256.74
2	Лінійний об'єкт	Струмок	Буферизація	50	Зона обмежень	41275.63	1452.18
3	Полігональний об'єкт	Ставок	Буферизація	50	Зона обмежень	78652.41	998.45
4	Полігональний об'єкт	Водойма	Буферизація	50	Зона обмежень	125684.28	1398.76
5	Полігональний об'єкт	Ставок	Буферизація	50	Зона обмежень	45231.79	893.62
6	Точковий об'єкт	Джерело	Буферизація	50	Зона обмежень	7853.98	353.14
7	Точковий об'єкт	Мала водойма	Буферизація	50	Зона обмежень	7853.98	353.14
8	Точковий об'єкт	Джерело	Буферизація	50	Зона обмежень	7853.98	353.14