

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

13.01 – КМР. 2109 «С» 2023.11.13. 030 ПЗ

КРАВЧУК АНАСТАСІЇ МИКОЛАЇВНИ

2024 р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет землевпорядкування**

УДК: 528:502.171:556(477.41)

ПОГОДЖЕНО

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО
ЗАХИСТУ**

Декан факультету

В. о. завідувача кафедри

землевпорядкування

геоінформатики і аерокосмічних
досліджень Землі

_____ д.е.н. ЄВСЮКОВ Т.О.

_____ к.т.н. МОСКАЛЕНКО А.А.

« ____ » _____ 2024 р.

« ____ » _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

**«Геоінформаційне моделювання водоохоронних зон на прикладі
Бориспільського району»**

Спеціальність - 193 «Геодезія та землеустрій»

Освітня програма – Геодезія та землеустрій

Орієнтація освітньої програми – освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

доктор економічних наук, професор

_____ **МАРТИН А.Г.**

(підпис)

**Керівник магістерської
кваліфікаційної роботи**

кандидат технічних наук, доцент

_____ **МОСКАЛЕНКО А.А.**

(підпис)

Виконав

_____ **КРАВЧУК А.М.**
(підпис)

2024

Скорочення

ВЗ – водоохоронні зони

ПЗС – прибережно-захисні смуги

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет землевпорядкування

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри
геоінформатики і аерокосмічних
досліджень Землі

_____ к.т.н. Москаленко А.А.
«__» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

до виконання магістерської кваліфікаційної роботи студентці
Кравчук Анастасії Миколаївні

Спеціальність 193. Геодезія та землеустрій

Тема випускної магістерської роботи: **«Геоінформаційне моделювання водоохоронних зон на прикладі Бориспільського району»** затверджена наказом ректора НУБіП України від «13» листопада 2023р. № 2109 «С»

Термін подання слухачем завершеної роботи на кафедру 20.11.2024 р.

Вихідні дані до виконання роботи: дані на територію дослідження (геопросторові та описові).

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Аналіз існуючого стану дослідження питання Геоінформаційного моделювання водоохоронних зон
2. Розробка моделей геоінформаційного моделювання водоохоронних зон
3. Реалізація моделей геоінформаційне моделювання водоохоронних зон на прикладі Бориспільського району

Перелік графічного матеріалу (за потреби) _____

Дата видачі завдання “ _____ ” _____ 2023 р.

Керівник магістерської
кваліфікаційної роботи

_____ Антоніна МОСКАЛЕНКО
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняла
до виконання

_____ Анастасія Кравчук
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ	
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО СТАНУ ДОСЛІДЖЕННЯ ПИТАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ВОДООХОРОННИХ ЗОН	8
1.1. Аналіз стану дослідження питання водоохоронних зон.....	8
1.2. Стан геоінформаційного моделювання	17
1.3. Класифікація завдань геоінформаційного моделювання водоохоронних зон.....	19
Висновки до першого розділу	21
РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ВОДООХОРОННИХ ЗОН	23
2.1. Функціональна модель геоінформаційного моделювання водоохоронних зон.....	23
2.2. Концептуальна модель бази геоданих геоінформаційного моделювання водоохоронних зон	27
2.3. Логічна модель бази геоданих.....	30
Висновки до другого розділу.....	35
РОЗДІЛ 3. ГЕОІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВОДООХОРОННИХ ЗОН НА ПРИКЛАДІ БОРИСПІЛЬСЬКОГО РАЙОНУ ..	36
3.1. Характеристика Бориспільського району	36
3.2. Визначення умов які впливають на водоохоронні зони	41
3.3. Геоінформаційне моделювання водоохоронних зон в Model builder	43
Висновки до третього розділу	66
Висновки	68
Список використаних джерел.....	70

ВСТУП

Актуальність дослідження: Вода є найціннішим ресурсом людства, що не можна замінити. Вона є визначальним в питанні розміщення населених пунктів. Крім того, вода присутня у всіх сферах життя людини. Для того, аби захистити цей важливий ресурс були встановлені водоохоронні зони та прибережно-захисні смуги.

Водоохоронна зона є буфером навколо водних об'єктів. У її межах діють певні обмеження на ведення господарської діяльності згідно з Водним кодексом України.

Але не дивлячись на це, в українських містах водні об'єкти потрапляють під негативний антропогенний вплив. На них негативно впливає багато факторів.

Метою дослідження є обґрунтування основних складових геоінформаційного моделювання водоохоронних зон.

В свою чергу завданнями даного дослідження є:

1. Аналіз теоретичних аспектів моделювання водоохоронних зон.
2. Розробка моделей геоінформаційного моделювання водоохоронних зон.
3. Здійснення фізичної апробації моделей геоінформаційного моделювання водоохоронних зон.

Предметом дослідження є геоінформаційні моделі визначення водоохоронних зон.

Об'єктом дослідження є територія Бориспільського району.

Методи дослідження. З метою досягнення поставленої мети та завдань дослідження застосовувались такі методи: узагальнення інформації, аналізу, об'єктно-орієнтованого проектування та об'єктно-орієнтованого моделювання, геоінформаційного аналізу та геоінформаційного моделювання.

Інформаційна основа магістерської кваліфікаційної роботи базується на даних з загальнодоступних джерел: Open Street Maps, а також дані, що

передані НДІГК для освітньої мети: адміністративно-територіальний устрій; SRTM, законодавстві України.

Результат дослідження та практичне значення. При реалізації магістерської кваліфікаційної роботи було розроблено та обґрунтовано моделі для геоінформаційного моделювання водоохоронних зон. Результат – побудовані моделі для визначення водоохоронних зон та геозображення змодельованих зон.

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО СТАНУ ДОСЛІДЖЕННЯ ПИТАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ВОДООХОРОННИХ ЗОН

1.1. Аналіз стану дослідження питання водоохоронних зон

Водні ресурси належать до найважливіших стратегічних та важливих ресурсів. Вони забезпечують усі сфери життя та господарської діяльності людини, визначають можливості розвитку промисловості й сільського господарства, розміщення населених пунктів, організації відпочинку й оздоровлення людей. Відомо, що водний фактор є визначальним в розміщенні населених пунктів та формуванні природно-виробничих територіальних комплексів [3].

З метою охорони поверхневих водних об'єктів від забруднення і засмічення та збереження їх водності вздовж річок, морів і навколо озер, водосховищ та інших водойм в межах водоохоронних зон виділяються земельні ділянки під прибережні захисні смуги [3].

Відповідно до статті 87 Водного кодексу України водоохоронна зона є природоохоронною територією господарської діяльності, що регулюється [1].

Водоохоронні зони та прибережно-захисні смуги це природоохоронні території. Тому їх межі в природі закріплюються водоохоронними знаками [9].

Згідно з Порядком визначення розмірів і меж водоохоронних зон та режим ведення господарської діяльності в них, затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від 8 травня 1996 року № 486, до складу водоохоронних зон обов'язково входять заплава річки, перша надзаплавна тераса, бровки і круті схили берегів, а також прилеглі балки та яри [2].

Відповідно до ст. 88 Водного кодексу України, з метою охорони поверхневих водних об'єктів від забруднення і засмічення та збереження їх водності вздовж річок, морів і навколо озер, водосховищ та інших водойм в межах водоохоронних зон виділяються земельні ділянки під прибережні захисні смуги [1].

Відповідно до ч. 1 ст. 58 Земельного кодексу України, прибережні захисні смуги вздовж морів, річок та навколо водойм, крім земель, зайнятих лісами входять до складу земель водного фонду [4].

Прибережні захисні смуги у межах водоохоронної зони можуть використовуватися для провадження господарської діяльності за умови обов'язкового виконання вимог, передбачених статтями 88, 89 та 90 Водного кодексу України [2, 1].

У широкому розумінні ВЗ являє собою буферну зону довкола водного об'єкта із певною структурою та розмірами, у межах якої встановлюються обмеження на ведення господарської діяльності. Створення та функціонування ВЗ передбачає накладання обмежень прав власників та/або користувачів щодо розпорядження або користування земельними ділянками в її межах [5].

А саме згідно ст. 4 Водного кодексу України в межах ВЗ забороняється «використання стійких та сильнодіючих пестицидів; влаштування кладовищ, скотомогильників, звалищ, полів фільтрації; скидання неочищених стічних вод, використовуючи рельєф місцевості (балки, пониззя, кар'єри тощо), а також у потічки» [1].

На схемі (рис. 1.1.) показані критерії, які враховуються при встановленні меж водоохоронних зон. Їх перелік визначено згідно Порядку визначення розмірів і меж водоохоронних зон та режиму ведення господарської діяльності в них [2].

ВЗ має внутрішню та зовнішню межу.

Мінімальний рівень води у водному об'єкті формує внутрішню межу [2].

Зовнішня межа водоохоронної зони, як правило, прив'язується до наявних контурів сільськогосподарських угідь, шляхів, лісосмуг, меж заплавл, надзаплавлних терас, бровок схилів, балок та ярів. [2].

Рельєф місцевості	<ul style="list-style-type: none"> • сукупність усіх нерівностей місцевості
Затоплення та підтоплення території	<ul style="list-style-type: none"> • затоплення - тимчасове покриття території водо. під час повені чи паводка • підтоплення - процес підвищення рівня ґрунтових вод
Інтенсивність берегоруйнування	<ul style="list-style-type: none"> • з якою швидкістю руйнуються береги водного об'єкта
Конструкції інженерного захисту берега	<ul style="list-style-type: none"> • дренажі різних типів; споруди для акумуляції, регулювання та відведення поверхневих вод, водоскидні мережі, дамби, нагірні водоскидні канали, швидкотоки, трубопроводи, насосні станції [14]
Цільове призначення земель, що входять до складу ВЗ	<ul style="list-style-type: none"> • це використання земельної ділянки за призначенням, що визначене відповідною технічною документацією та законодавством

Рис. 1.1 Критерії визначення ВЗ

Зовнішня межа визначається найбільш віддаленою від водного об'єкта лінією (рис. 1.2.)



Рис. 1.2 Критерії визначення зовнішньої межі ВЗ

А на землях сільських населених пунктів, землях с/г призначення, лісового фонду, на територіях водогосподарських, лісгосподарських, рибогосподарських підприємств, а також на землях інших власників та користувачів зовнішня межа визначається з урахуванням (рис. 1.3.)

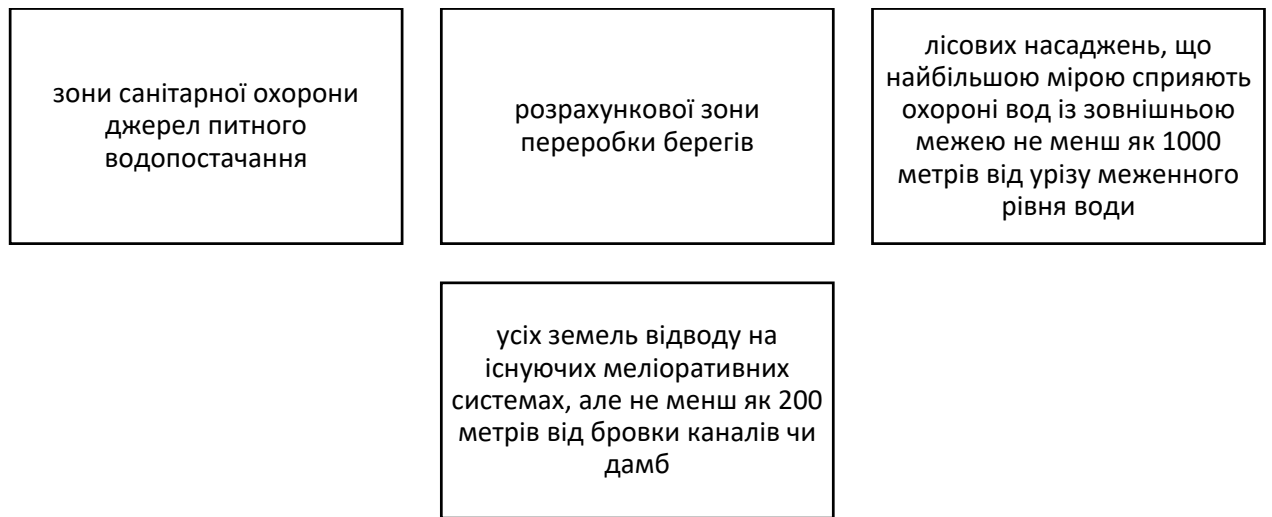


Рис. 1.3 Критерії визначення ВЗ

В українських містах, де водні об'єкти, як правило, перебувають під значним антропогенним тиском, є гостра потреба їхнього захисту, зокрема шляхом впровадження ВЗ [5].

Також на водойми негативно впливає

- велика розораність земель,
- вирубка лісів,
- неконтрольовані скиди забруднених стічних вод точковими джерелами забруднення,
- незаконні роботи у заплавах річок та регулювання стоку,
- нераціональне та неконтрольоване внесення мінеральних та органічних добрив, які з ґрунтовими водами потрапляють у вигляді їх залишків у водні потоки річок [8].

Однією з причин, що стоїть на заваді накладання водоохоронних обмежень у використанні земель міста як інструменту його екологічного менеджменту, є недосконалість нормативно-правової бази, що містить явні протиріччя в методичних підходах та вимогах до організації ВЗ [5].

У містах правове регулювання створення ВЗ має здійснюватися відповідно до вимог та методичних підходів законодавчих і нормативних документів у галузі водного, земельного та містобудівного права. І хоча на існування значної кількості розбіжностей та суперечливих положень у нормативно-правових вимогах, що висуваються для проектів ВЗ та ПСЗ різними відомствами,

вказували у своїх роботах Дубняк С. С., Дубняк С. А ще у 2005 р. [6] та Богак Л. М. і Тимофеев М. В. у 2007 р. [7], нажаль, їхнє узгодження між собою і зараз залишається актуальним [5].

Пересоляк В. В. присвятив статтю правовому режиму водоохоронної зони та прибережної захисної смуги. Автор висвітлював особливості правового режиму земельних ділянок, але зосередив свою увагу на водоохоронних зонах та прибережних захисних смугах. Також він зазначав, що ці зони мають отримати чітке правове регулювання в межах Земельного та Водного кодексів України. А ще ВЗ ТА ПЗС потребують відображення на натурі їх меж для контролю та дотримання обмежень. Також автор дійшов до висновку, що проблеми з ВЗ ТА ПЗСФ з'являються при реєстрації цих обмежень та при притягненні до відповідальності за погіршення їх стану [16].

Автори В. А. Голян, О. В. Сакаль, Н. А. Третьак в своїй спільній статті «Упорядкування водоохоронних зон як важлива передумова охорони вод від забруднення нітратами із сільськогосподарських джерел: інституціональне забезпечення та ідентифікація» досліджувати питання колізії між різними законодавчими актами щодо користування землями, що наближені до водойм. Також було запропоновано відобразити на публічній кадастровій карті України зони попадання нітратів у водойми. У висновку автори дійшли до того, що однією з багатьох причин забруднення є те, що тваринницькі комплекси та с/г виробництва знаходяться занадто близько до водних об'єктів. А це в свою чергу відбувається через різницю у регулюванні ВЗ та ПЗС згідно законодавчих та нормативних актів, що встановлюють режим використання водоохоронних смуг та прибережних захисних смуг [17].

Яцик А. В. та Томільцева А. І. розглядали актуальність дослідження екологічного стану малих річок України та упорядкування їх водоохоронних зон. Автори зазначали, що воду не можна замінити якимось іншим ресурсом й тому варто дбати про збереження водойм. Крім того, автори досліджували стан малих річок протягом декількох років. Це були річки Турія та Убідь у Поліссі; Грунь-Шань, Тарган, Росава, Альта та Ірліклій у Лісостеповій зоні; Борова та Боровик

у Степовій зоні; Уж, Турія, Луква, Малий Сирет, Верещиця та Коропець, Салгир та Чорна в Криму. Автори визначили на усіх досліджуваних річках зон актуальні проблеми та розробили методика з упорядкування ВЗ, яку здійснили на декількох річках. Ще було запропоновано наступні етапи діяльності щодо упорядкування водозахисних зон [18].

М. Р. Ничвид в своїй праці запропонував методика, в якій за допомогою 3D моделювання можна встановити межі водних об'єктів та водоохоронних зон. Розроблена модель дозволяє створювати проекти при умовах, коли нормативно-правова та методична бази не достатньо допрацьовані [19].

Земельний кодекс України не дає чіткого трактування поняттю «водоохоронна зона» та цей кодекс не зазначає, що водоохоронна зона входить до складу земель водного фонду. Але прибережні захисні смуги, які є частиною ВЗ, належать до водного фонду. Це було зазначено в статті Коваленко І. І. та Балакірева Ю. О. під назвою «Деякі особливості правового режиму водоохоронних зон та прибережних захисних смуг». Автори дійшли до висновку, що правове регулювання водоохоронних зон і прибережних захисних смуг має потребу у вдосконаленні та внесенні змін. Це дозволить уникати відмінностей між нормативно-правовою базою та зберегти водні об'єкти [20].

Оскільки ні в чинному Водному, ні в Земельному кодексі України немає чіткої вказівки стосовно обмеження застосування так званого «геометричного» підходу тільки до земельних ділянок, розташованих поза межами населених пунктів, то на практиці при відведенні і впорядкуванні ПЗС на територіях населених пунктів також застосовується цей підхід, що є абсурдним і суперечить чинному законодавству. Більше того, в умовах значного антропогенного навантаження на водні об'єкти та їх ПЗС застосування «геометричного» підходу до визначення розмірів ПЗС водних об'єктів у населених пунктах обумовлює забруднення і засмічення водних об'єктів, оскільки для запобігання забрудненню та засміченню водних об'єктів встановлення ПЗС завширшки 100 м є явно недостатнім [3].

Такий підхід до визначення розміру ПЗС значиться у Земельному кодексі України. Ці величини були прийняті на основі статистичних розрахунків. Це можна назвати “геометричним” підходом. В умовах сучасного навантаження на водні об’єкти такий підхід є невірним.

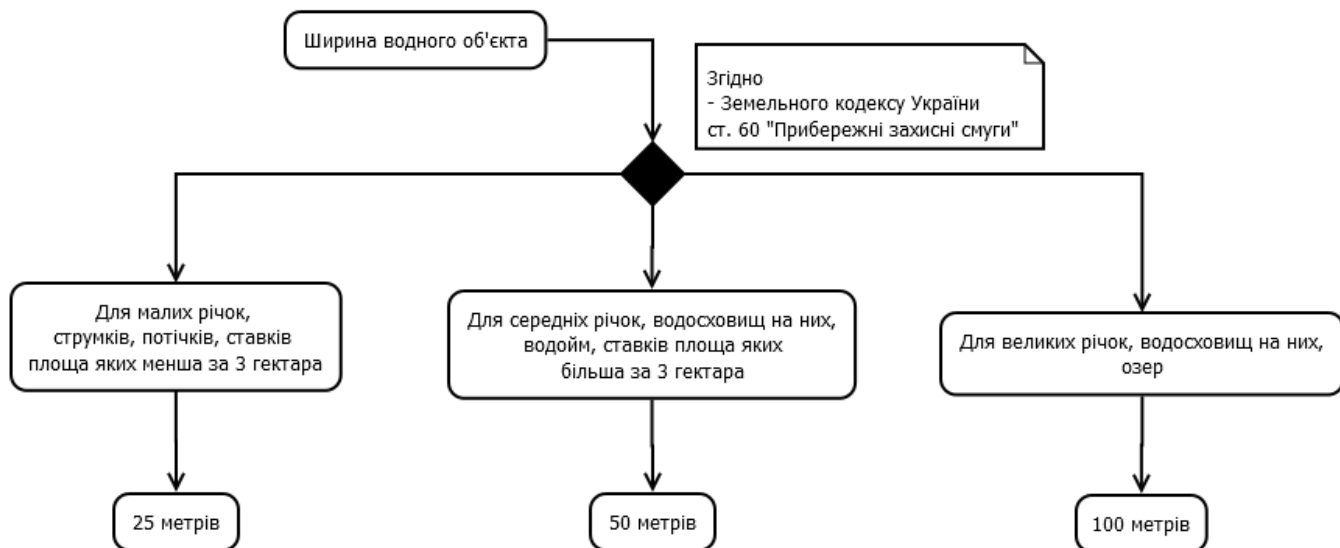


Рис. 1.4 Геометричний підхід до визначення ПЗС

В роботі Сай В. “Про водоохоронні зони та прибережні захисні смуги” запропоновано визначати оптимальну ширину ПЗС з урахуванням таких факторів як гранулометричний склад ґрунту, лісистість та види лісової рослинності, шорсткість за відсутність лісу, види земельних угідь методом введення відповідних коефіцієнтів за формулою:

$$L_{\text{ПЗС}} = L_{\text{ВК}} \cdot C_V \cdot K_L \cdot K_{\text{ГР}} \cdot K_E \cdot K_{\text{ПТ}},$$

Рис. 1. 5 Формула визначення оптимальної ширини ПЗС

$L_{\text{ВК}}$ – встановлена водним кодексом ширина ПЗС, м

C_V – коефіцієнт варіації, який для лісостепу становить 0,6 – 0,4

K_L – коефіцієнт переходу від листяного лісу до інших його видів: для містобудування та територіальне планування листяного лісу дорівнює 1,0, для мішаного – 0,92, для хвойного – 0,85, для безлісного схилу – 2,5;

$K_{\text{ГР}}$ – коефіцієнт переходу від супіщаних до інших за механічним (гранулометричним) складом ґрунтів: для легких дорівнює 1,0, для середніх – 1,5, для важких ґрунтів – 2,0

K_E – коефіцієнт переходу від північної експозиції схилів до інших видів:
 P_{H3X} і $3_X - 1,5$, C_X , $P_{дC_X}$, $P_{H3X} - 0,8$, $P_{дI}$ і $P_{д3X} - 1,2$

$K_{ПТ}$ – коефіцієнт використання прилеглої території: оранка впоперек схилу – 1,6, оранка вздовж схилу та багаторічні перелоги – 2,4, перелоги під випасом та цілина – 2,6 [3].

“Геометричний” підхід не враховує ряд чинників, як і впливають на розміри водних об’єктів (рис. 1.6.).

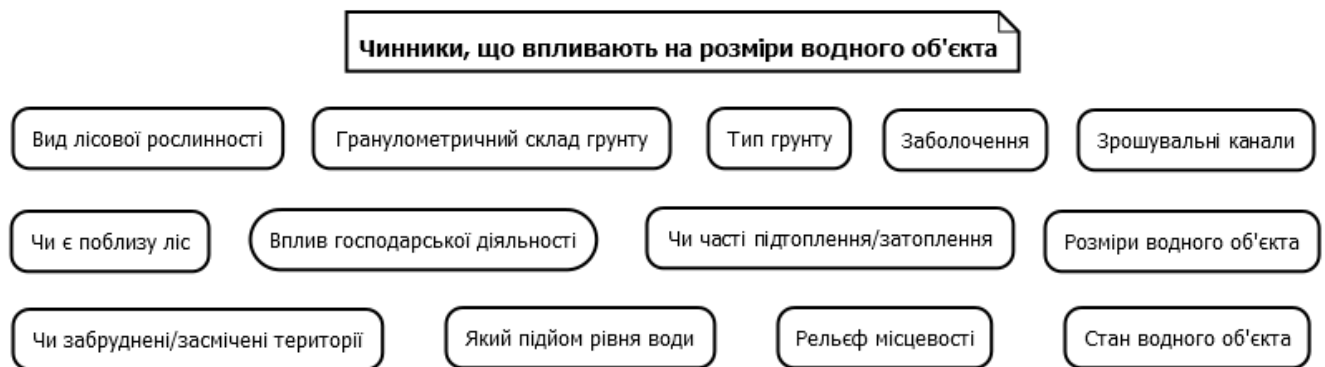


Рис. 1.6 Чинники впливу на водний об’єкт

Ліси навколо водойм зростають в умовах щорічного затоплення під час весняних повеней. Вони формуються під впливом річок внаслідок руслових процесів. Ліси навколо водойм виконують дуже важливі функції:

- Берегоукріплення
- Запобігання ерозії
- Захист від засмічення та замулення
- Рівномірний розподіл поверхневого стоку
- Захист від паводків
- Регулювання випаровування
- Підтримка рівня ґрунтових вод
- Покращення якості води тощо [15].

Ліси навколо водойм згідно природніх умов та юридичного статусу можна поділити на кілька типів (рис. 1.7.)

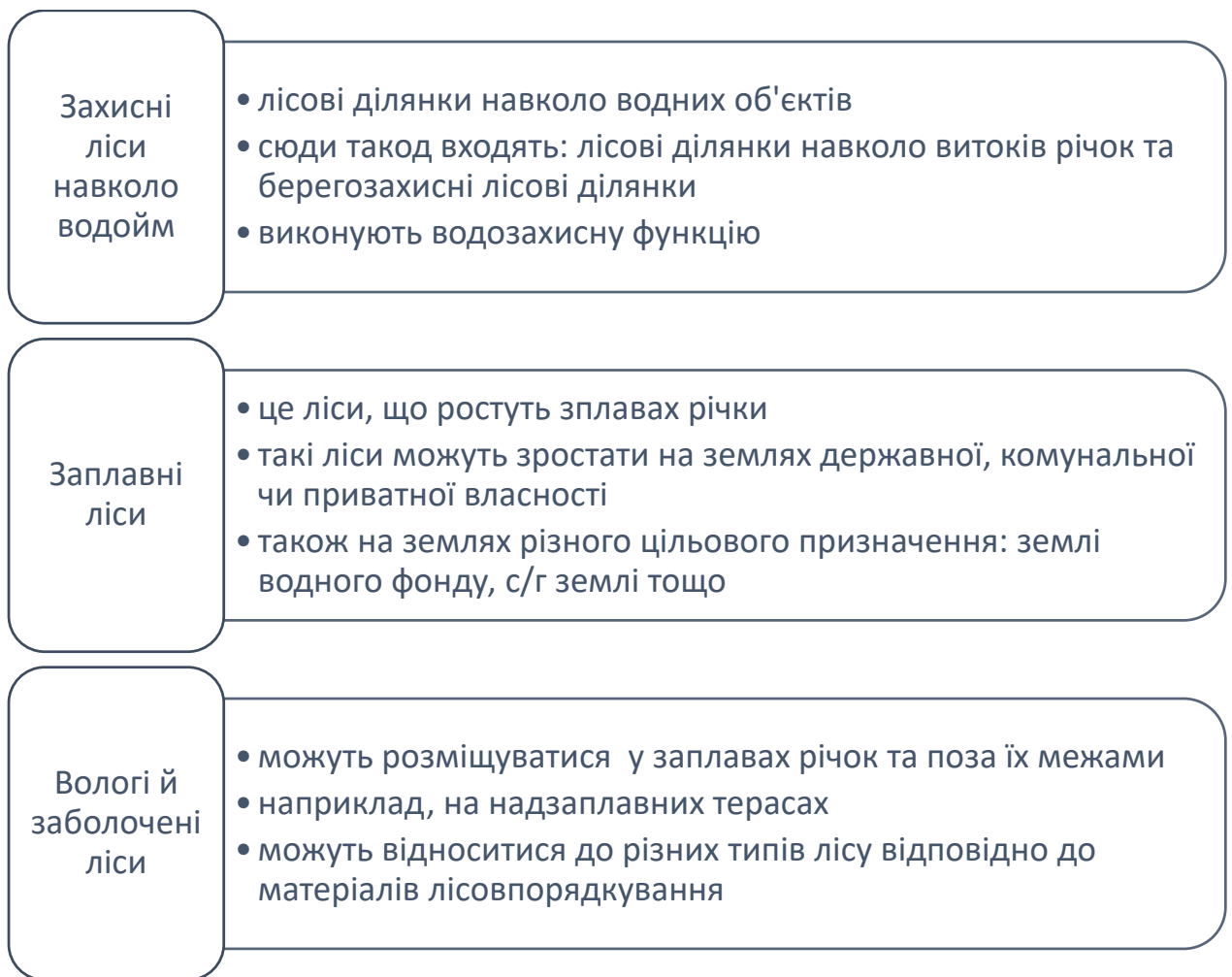


Рис. 1.7 Класифікація лісів навколо водойм згідно природніх умов та юридичного статусу

Зараз заплавні ліси не відносять до окремої категорії. Зараз найчастіше такі ліси відносять до захисних смуг уздовж річок або ж до протиерозійних лісів. Також їх можна віднести до лісів зелених зон [15].

Заплавні ліси підпорядковуються Держлісагенству України. Площі цих лісів становить близько 440 тисяч гектарів (таблиця 1) [15].

Таблиця 1

Розподіл заплавних лісів, підпорядкованих Держлісагенству за категоріями, дані 2022 року

<i>Категорія лісів</i>	Площа		Запас	
	тис. га	%	тис. м ³	%
<i>Експлуатаційні ліси</i>	144,82	33,2	30138,66	32,3
<i>Захисні ліси</i>	150,56	34,5	31162,55	33,4

<i>Ліси природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення</i>	63,32	14,5	14604,38	15,6
<i>Рекреаційно-оздоровчі</i>	77,46	17,8	17500,48	18,7
<i>Разом</i>	436,16	100	93406,07	100

Публічна кадастрова карта України містить в собі інформацію про усі наявні земельні ділянки в країні. Наприклад, присадибні ділянки, землі с/г призначення тощо. На карті зображено землі будь-якої власності, як от приватної, державної чи комунальної власності, в містах, селах та за їх межами. Карта має низку загальнодоступної інформації: межа ділянки, її площа, форма власності, нормативна грошова оцінка, якість ґрунту та цільове призначення [21].

Але на публічній кадастровій карті немає водоохоронних зон та прибережних захисних смуг. А на цих смугах заборонена господарська діяльність людини й окремий шар з ними дав би знання про наявний склад земель водного фонду, передбачив би ризик підтоплення, т. д.

1.2. Стан геоінформаційного моделювання

Геоінформаційне моделювання – це процес створення моделі місцевості в середовищі геоінформаційних систем. Такий процес полягає виступає інструментом, що забезпечує збір, зберігання, обробку, доступ, відображення та поширення просторово-координатних даних. Його мета полягає в конструюванні та аналізу геоінформаційних моделей аби дослідити об'єкти реального світу. Таке моделювання має за мету «пояснити те, що є» або «прогнозувати те, що буде». Моделювання дозволяє відтворити процеси взаємодії реального об'єкта і зовнішнього середовища.

Окрім того, воно є засобом інтелектуальної обробки та відображення просторової інформації для одержання нових знань.

Створена модель може візуалізувати кількісні та якісні дані(параметри) модельованої місцевості та те як інтенсивно проходять процеси на ній. Ще він може дати оцінку стану об'єкта.

Геоінформаційна модель показує спрощення якоїсь системи, може відображати одні властивості об'єктів та абстрагується від інших [10].

Геоінформаційне моделювання може виконувати різноманітні завдання. Частину з них показано на рисунку 1.8.

Завдання геоінформаційного моделювання	Аналіз місце розташування об'єкта
	Побудова моделі щільності явищ
	Аналіз найближчих сусідів
	Моделювання змін
	Розподіл об'єктів по категоріях
	Визначення просторових об'єктів по категоріях
	Пошук та визначення закономірностей розподілу просторових та атрибутивних даних
	Візуалізація кінцевого результату

Рис. 1.8 Завдання геоінформаційного моделювання

Геоінформаційні технології розширили можливості геопросторового аналізу на новий рівень. Основними сферами їх застосування є візуалізація географічних даних та управління ними [10].

Мкртчян, та Шубер у своїй статті «Геоінформаційне моделювання температурного поля західних регіонів України» запропонували методика, що може моделювати регіональне температурне поле згідно з даними метеостанцій. В їх дослідженні було застосовано дані з метеостанцій західних регіонів України. В результаті вийшли тематичні карти полів середньомісячних температур за різні місяці, згідно до використаних даних [11].

Геоінформаційне моделювання можна застосовувати в сфері нормативної грошової оцінки. Лященко А.А., Кравченко Ю.В та Горковчук Д.В. в своїй спільній праці «Геоінформаційне моделювання впливу локальних факторів на

нормативну грошову оцінку земельних ділянок в населених пунктах» розглянули вплив локальних факторів на нормативну грошову оцінку земельних ділянок в населених пунктах за допомогою геопросторових моделей та технологічних схем. В роботі було використано GRID моделювання. Це розбиття простору з об'єктами на дискретні елементи регулярної сітки [12].

А в праці «Геоінформаційне моделювання забруднення земель вздовж автомобільних доріг» В. М. Триснюк визначив уздовж автомобільних доріг забруднені території шляхом використання ГІС. Шкала забруднення обраної ділянки з урахуванням різних показників стала результатом дослідження. Запропонована автором система дає можливість за короткий проміжок часу проаналізувати стан забруднення лісозахисних смуг не лише вздовж доріг в довільному регіоні України [13].

Ще геоінформаційне моделювання можна застосувати для визначення міських островів тепла. Зокрема й це досліджували Качановський О. І. та Федькевич Д. П. в однойменній статті. Міський острів тепла – це явище, коли центр міста та його околиці мають різницю у температурах.

1.3. Класифікація завдань геоінформаційного моделювання водоохоронних зон

На основі опрацьованих законодавств та досліджень в пунктах 1.1 та 1.2 було створено класифікацію видів завдань та користувачів системи, що подано на Рисунку 1.8.



Рис. 1.8 Діаграма варіантів використання при моделювання водоохоронних зон та прибережних захисних смуг

На схемі зображено 5 акторів та 4 прецеденти. Зображені актори на діаграмі це землевласник/землекористувач, виконавець, органи місцевого самоврядування, органи державної влади та інші зацікавлені сторони. Прецеденти на схемі це моделювання водоохоронних зон та прибережно захисних смуг, створення тематичної карти, прогнозування ризиків затоплення території при весняній повені та обґрунтування та прийняття рішення. Стрілками показано хто зацікавлений процесі або ж є його ініціатором.

На діаграмі визначено наступних акторів:

Землевласник/землекористувач – юридична або ж фізична особа що володіє або користується земельною ділянкою. Він ініціює процес та зацікавлений лише в кінцевому результаті. Може надати потрібну інформацію по території якщо має її.

Виконавець – виконує всі технічні роботи, має зібрати та проаналізувати дані по території, за допомогою зібраних вище даних змоделювати оптимальні

для водойм водоохоронні зони та прибережно-захисні смуги, створити тематичну карту з зображеними ВЗ та ПЗС.

Органи місцевого самоврядування – це представницькі органи влади на місцевому рівні. Вони залучаються на ранніх етапах, можуть надати інформацію по водних об'єктах обраної території, можуть сприяти виконанню робіт. Зацікавлені у створенні тематичної карти, прогнозуванні ризиків затоплення території при весняній повені та обґрунтуванні та прийнятті рішень. Вони зацікавлені у цьому адже це сприятиме розвитку громади та допоможе боротися з підтопленнями території.

Органи державної влади – державні органи, відповідальні за регулювання певних сфер діяльності; можуть здійснювати контроль виконання робіт.

Інші зацікавлені сторони – широке коло осіб або організацій, які можуть бути зацікавлені в результаті процесу. Це можуть бути місцеві жителі, громадські організації або ж наукові установи. Вони можуть брати участь у обговореннях та надавати свої пропозиції.

Крім того, на діаграмі визначено наступні прецеденти:

- 1) Моделювання водоохоронних зон та прибережно захисних смуг – створення цифрових моделей водоохоронних зон та прибережно-захисних смуг, спочатку варто зібрати потрібні дані для моделювання, далі власне моделювання.
- 2) Створення тематичної карти – розробка карти.
- 3) Прогнозування ризиків затоплення території при весняній повені – оцінка ймовірності та масштабів затоплення обраних територій під час весняної повені.
- 4) Обґрунтування та прийняття рішення – процес прийняття та аналізу рішення на основі отриманих та створених даних й прогнозів.

Висновки до першого розділу

Було досліджено нормативно-правову базу по встановленню ВЗ та ПЗС та інформаційні джерела на тему встановлення ВЗ та стану геоінформаційного

моделювання. Також було створено діаграму варіантів використання при моделювання водоохоронних зон та прибережних захисних смуг, що можна розглядати як технічне завдання на геоінформаційне моделювання.

Завданнями на наступний етап є створення:

- функціональної моделі геоінформаційного моделювання водоохоронних зон
- діаграми потоків даних (Data flow diagram)
- концептуальної моделі бази геопросторових даних встановлення водоохоронних зон
- логічної моделі бази геопросторових даних встановлення водоохоронних зон.
- здійснити фізичну апробацію розроблених моделей на територію Бориспільського району.

РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ВОДООХОРОННИХ ЗОН

2.1. Функціональна модель геоінформаційного моделювання водоохоронних зон

Розроблення моделей геоінформаційного моделювання водоохоронних зон потребує оброблення різномірної інформації, як геопросторових так і описової, що буде ефективним через накопичення початкових даних та результатів їх оброблення в єдиній системі.

Серед різноманіття підходів до проектування таких систем було обрано об'єктно-орієнтований підхід – він дозволяє моделювати об'єкти неподільно з їх просторовим поданням.

Поетапний аналіз системи або процесу можна здійснити через функціональну модель. Вона модель подає «дерево» основних етапів, що призначені для опису послідовності процесів обробки інформації. На основі функціональної моделі візуалізується послідовність реалізації операцій, а також надати алгоритм їх виконання. Модель надає послідовність де кожний наступний крок можна виконувати тільки після завершення виконання попереднього кроку [36].

Розроблено алгоритм виконання кроків при геоінформаційному моделюванні водоохоронних зон. Алгоритм подано з використанням UML-діаграми діяльності.

Функціональна модель встановлення ВЗ проілюстровано на рисунку 2.1.

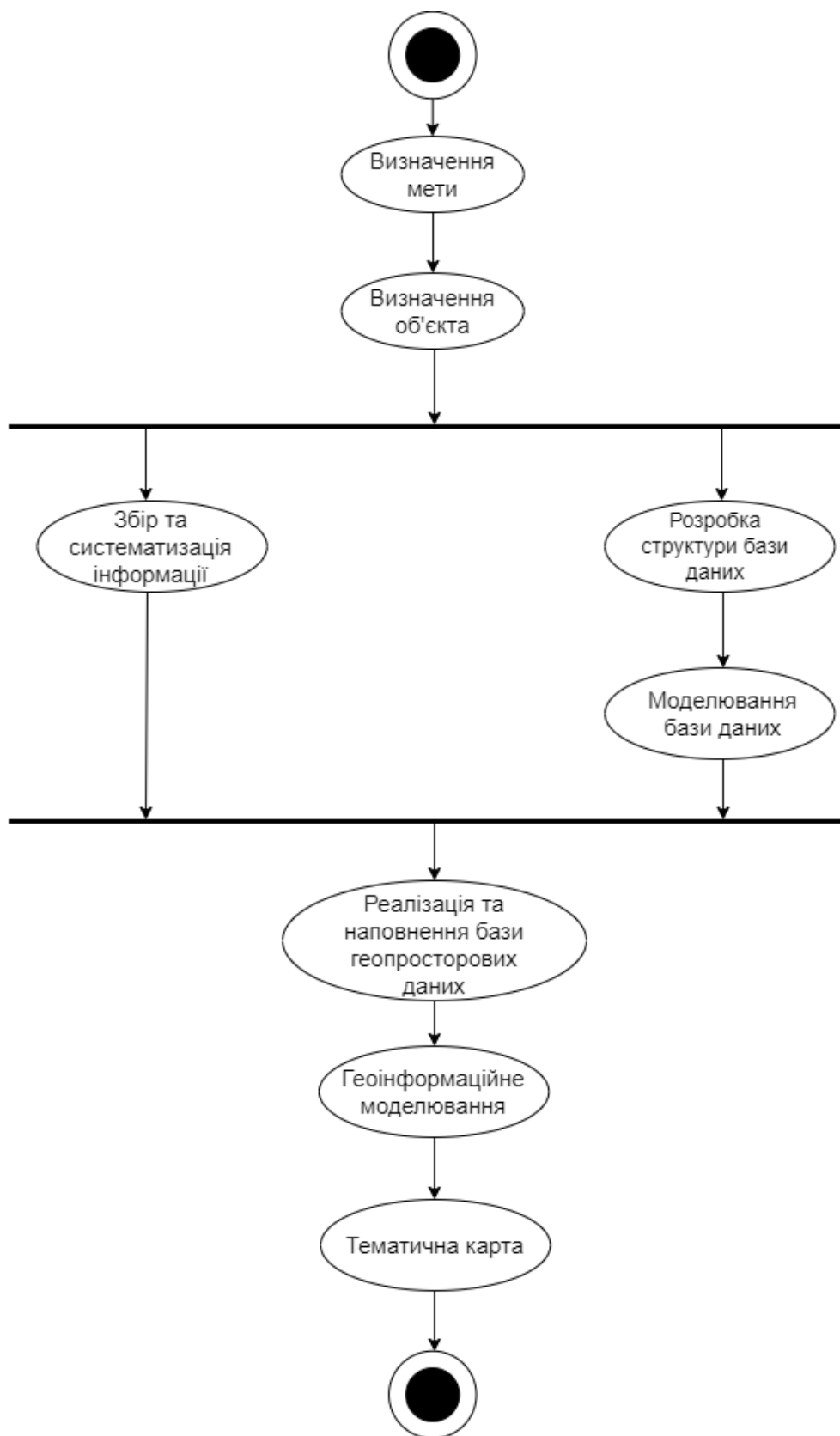


Рис. 2.1 Функціональна модель встановлення водоохоронних зон

Визначення мети є першим кроком. В ньому визначається мета дослідження, завдання. Наступним кроком є збір та систематизація інформації. Тут проходить збір та опрацювання всієї потрібної та доступної інформації. Дані

беруться з різних джерел та структуруються для подальшого внесення до бази геопросторових даних. Одночасно з цим відбувається паралельний крок – розробка структури бази даних, після якого йде моделювання бази геопросторових даних. При розробці структури бази геопросторових даних здійснюється побудова структури бази геопросторових даних. Цей процес включає в себе визначення набору класів просторових даних та їх атрибутів. Моделювання бази геопросторових даних включає в себе створення набору моделей (концептуальної та логічної) баз геопросторових даних. Далі як база геопросторових даних змодельована, а дані зібрані то настає етап реалізації та наповнення бази геопросторових даних. Наступний крок передбачає геоінформаційне моделювання. Кінцевим же кроком є розробка тематичної карти.

Збір та систематизація інформації подана через діаграму UML потоків даних (Data flow diagram).

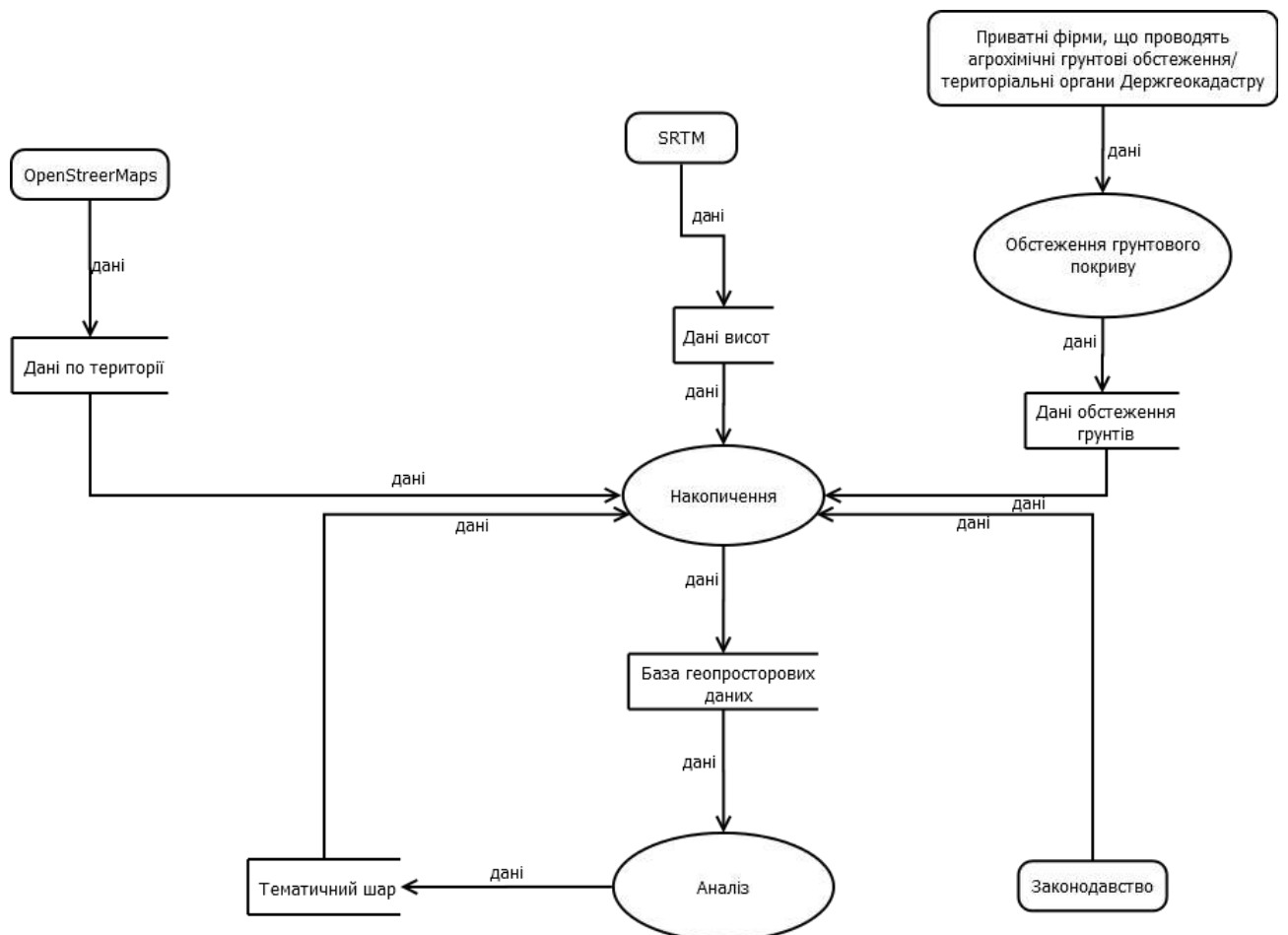


Рис. 2.2 Діаграма потоків даних

Джерела даних:

- OpenStreetMaps – це міжнародний проєкт. Його мета це створення відкритої мапи світу. Дані про місцевість додають учасники зі всього світу. Ці ж учасники допомагають наповнити мапу даними про об'єкти інфраструктури, що знаходяться в їх місцевості тощо. Дані є вільними, відкритими та безкоштовними. Всі дані що є у проєкті були отримані або з відкритих джерел, або передані урядовими чи комерційними організаціями, або зібрані за допомогою досліджень учасниками проєкту [28].

- Приватні фірми, що проводять агрохімічні обстеження ґрунтових покривів. Агрохімічний аналіз ґрунту включає в себе відбір проб ґрунту, в лабораторії відбувається аналіз зразків. Після проведених досліджень складаються висновки та рекомендації [29].

- Територіальні органи Держгеокадастру

- Законодавство – розглянуто та проаналізовано нормативно-правову базу, яка встановлює ширину ВЗ та ПЗС.

- SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) – це міжнародний проєкт зі створення цифрової моделі висот Землі в глобальному масштабі. Цей проєкт зібрав топографічні дані про майже 80% земної поверхні. Кожен радар SRTM містив два типи антенних панелей і в результаті їх роботи було отримано два набори радіолокаційних даних, що були поєднані для створення інтерферогаматичних карт сканованих областей. Вимірювання SRTM [37].

Дії:

- Накопичення даних– зберігання та запис зібраних раніше даних. Дані (дані по території, дані обстеження ґрунтів, дані висот) збираються з джерел, що вказані на діаграмі (OpenStreetMaps, приватні фірми, що проводять агрохімічні обстеження ґрунтових покривів, територіальні органи Держгеокадастру, законодавство, SRTM)

- Аналіз даних– аналіз накопичених даних. На основі накопичених раніше даних далі будується тематичний шар.

- Обстеження ґрунтових покривів – детальна інвентаризація ґрунтових ресурсів в межах ділянки.

Дані:

- База геопросторових даних - організована структура, яка призначена для зберігання, зміни та обробки взаємозалежної інформації
- Тематичний шар – шар, що містить відомості з певної галузі.
- Дані по території - дані про територію на якій знаходиться річка (угіддя навколо, ухили)
- Дані висот
- Дані обстеження ґрунтів

2.2. Концептуальна модель бази геоданих геоінформаційного моделювання водоохоронних зон

Створення концептуальної моделі відіграє значну роль в процесі проектування бази даних. Цей процес важливий як в теорії так і на практиці [30].

Концептуальна модель – це система понять та їх взаємозв'язків, які використовуються для баз даних. Ця модель описує класи сутностей. Вона призначена для опису реальності таким чином, аби створена модель відповідала на питання про реальність [31].

Зокрема, вона описує речі, які мають значення для організації (класи сутностей), про які вона схильна збирати інформацію, а також її характеристики (атрибути) та асоціації між парами значущих речей (відносини).

Елементами концептуальної моделі є:

- Сутність – це може бути (абстрактний) об'єкт або поняття. Має мати в собі атрибут або набір атрибутів. На моделі сутність зображується у вигляді прямокутника та назвою для неї слугує іменник [30].

- Атрибут – описує характеристики та властивості сутності. Він належить до набору сутностей або зв'язку. Набір сутностей має мати у собі

мінімум один атрибут. Для назви атрибута найчастіше використовується іменник [32].

– Зв'язок – елемент, що з'єднує набори сутностей. В моделі можна з'єднувати між собою будь-яку кількість наборів сутностей [32]. Типи зв'язків: 1:1 (один-до-одного - одна сутність з набору пов'язана лише з однією сутністю з іншого набору), 1:N (один-до-багатьох – лише одна сутність з набору пов'язана з багатьма сутностями з іншого) та N:M (багато-до-багатьох) [30].

Концептуальні моделі бази геоданих включають в себе набір сутностей, характеристики цих сутностей, зв'язки між ними та обмеження. Така база даних має бути зображена таким чином, аби процес було зрозуміло й тим, хто не є експертом у цій галузі [32].

Аби створити зрозумілу концептуальну модель варто правильно ідентифікувати об'єкти, їх атрибути та зв'язки. Крім того, важливо не переплутати атрибут з сутністю, узагальнювати сутності та ігнорувати винятки [31].

Концептуальна модель бази геопросторових даних встановлення водоохоронних зон показано через UML діаграму класів та представлено на рисунку 2.3.

Основні класи діаграми: Ділянка, ПрилегліУгіддя, Грунти, ЗемліЛісовогоФонду, РельєфМісцевості, Схил, ВодніОб'єкти, МаксимальнаВідміткаРівняВоди, Обмеження, ГМ_ТривимірнаГеометрія, ГМ_Поверхня та ГМ_Крива.

Клас Ділянка можна вважати центральним в діаграмі. Це обрана територія, що є об'єктом дослідження. Цей клас може бути виражений через шейп-файли. Перелік атрибутів класу: кодОбласті, назваОбласті, кодРайону, назваРайону, кодГромади, назваГромади, кодДілянки, площаДілянка.

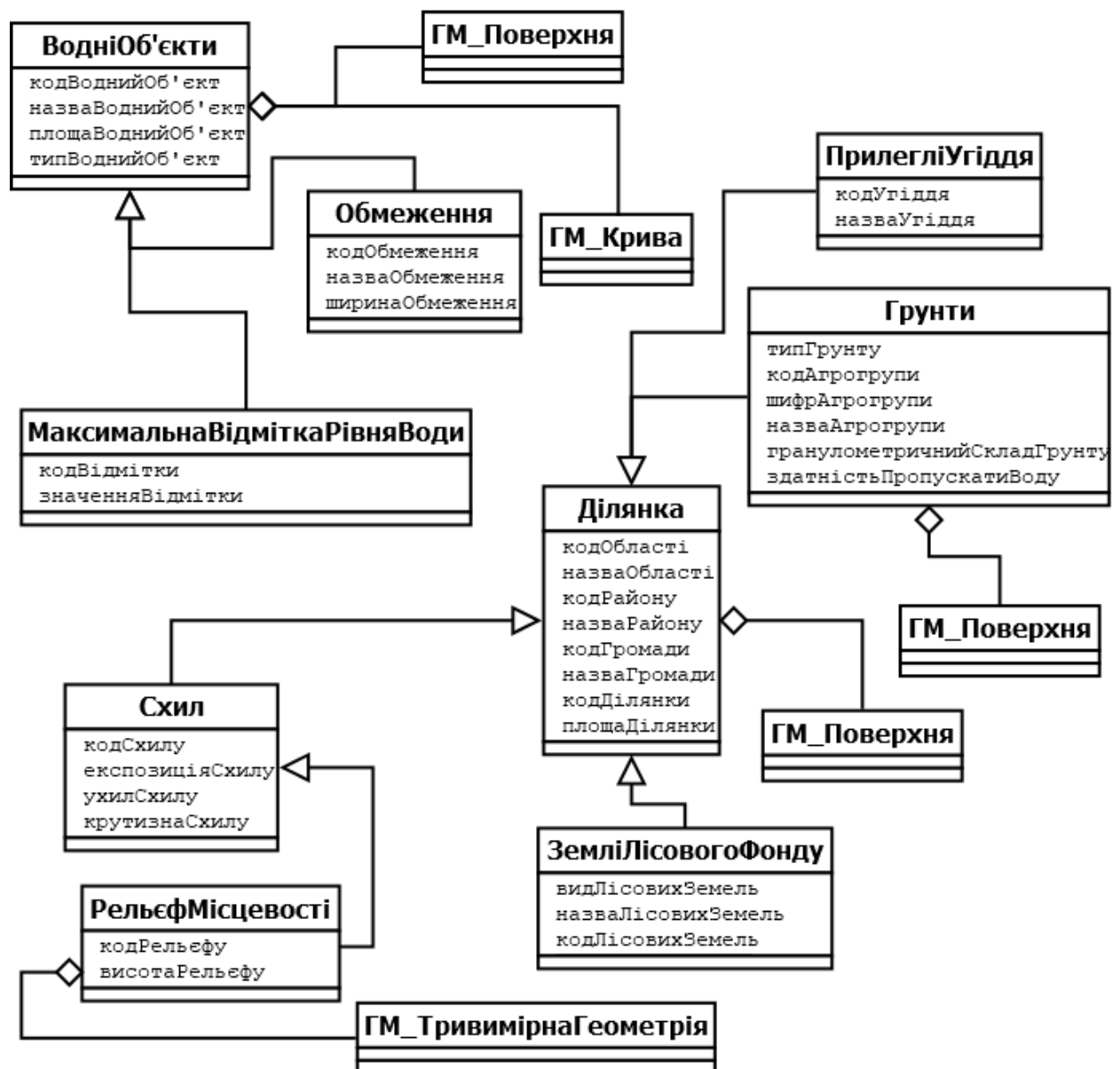


Рис. 2.3 Концептуальна модель бази геопросторових даних встановлення водоохоронних зон

Клас ПрилегліУгіддя описує навколишні угіддя. Він потрібен для того, аби зрозуміти чи несуть вони у собі якийсь вплив на водні ресурси території. Перелік атрибутів: кодУгіддя, назваУгіддя.

Клас Грунти має характеристику ґрунтів території. Перелік атрибутів: типГрунту, кодАгрогрупи, шифрАгрогрупи, назваАгрогрупи, гранулометричнийСкладГрунту.

Клас ЗемліЛісовогоФонду описує лісовий покрив ділянки та поблизу неї. Перелік атрибутів: видЛісовихЗемель, назваЛісовихЗемель, кодЛісовихЗемель.

Клас РельєфМісцевості описує висоту рельєфу обраної місцевості. Перелік атрибутів: кодРельєфу, висотаРельєфу.

Клас Схил має в собі характеристику схилу. Перелік атрибутів: кодСхилу, екпозиціяСхилу, ухилСхилу, крутизнаСхилу.

Клас ВодніОб'єкти описує водні об'єкти району. Це можуть бути річки, озера, водосховища, канали тощо. Виражається через шейп-файли. Перелік атрибутів: кодВоднийОб'єкт, назваВоднийОб'єкт, площаВоднийОб'єкт, типВоднийОб'єкт.

Клас МаксимальнаВідміткаРівняВоди має значення максимальної відмітки рівня води. Перелік атрибутів: кодВідмітки, значенняВідмітки.

Клас Обмеження описує обмеження у використанні та господарській діяльності на території. Перелік атрибутів: кодОбмеження, назваОбмеження, ширинаОбмеження.

ГМ_ТривимірнаГеометрія – клас, що має три виміри: довжину, ширину та висоту. Також має три координати x , y та z . Може бути представлений, наприклад, рельєфом місцевості.

ГМ_Поверхня – це двовимірний об'єкт. Використовується для позначення площинних об'єктів.

ГМ_Крива – непряма лінія, яка використовується для позначення лінійних об'єктів.

2.3. Логічна модель бази геоданих

Логічна модель бази геоданих – модель, що визначає об'єкти та їх зв'язки на формальному рівні. Ця модель подає абстрактну структуру бази даних. Вона має в собі сутності, атрибути, зв'язки між ними, ідентифікатори типів і підтипів, обмеження між зв'язками. Вона використовується для візуального розуміння сутностей, атрибутів, ключів та зв'язків [33].

Логічна модель даних, що подана на рис. 2.4., просуває елементи концептуально моделі даних на крок далі, додаючи до них ще інформацію, доповнюючи концептуальну модель. Тобто, логічна модель заснована на структурі концептуальної моделі.

Логічна модель визначає зв'язки між різними сутностями та атрибутами. Сутності – фундаментальні елементи моделі. Зв'язки показують як ці сутності пов'язані. Характеристику сутностей ж описують атрибути.

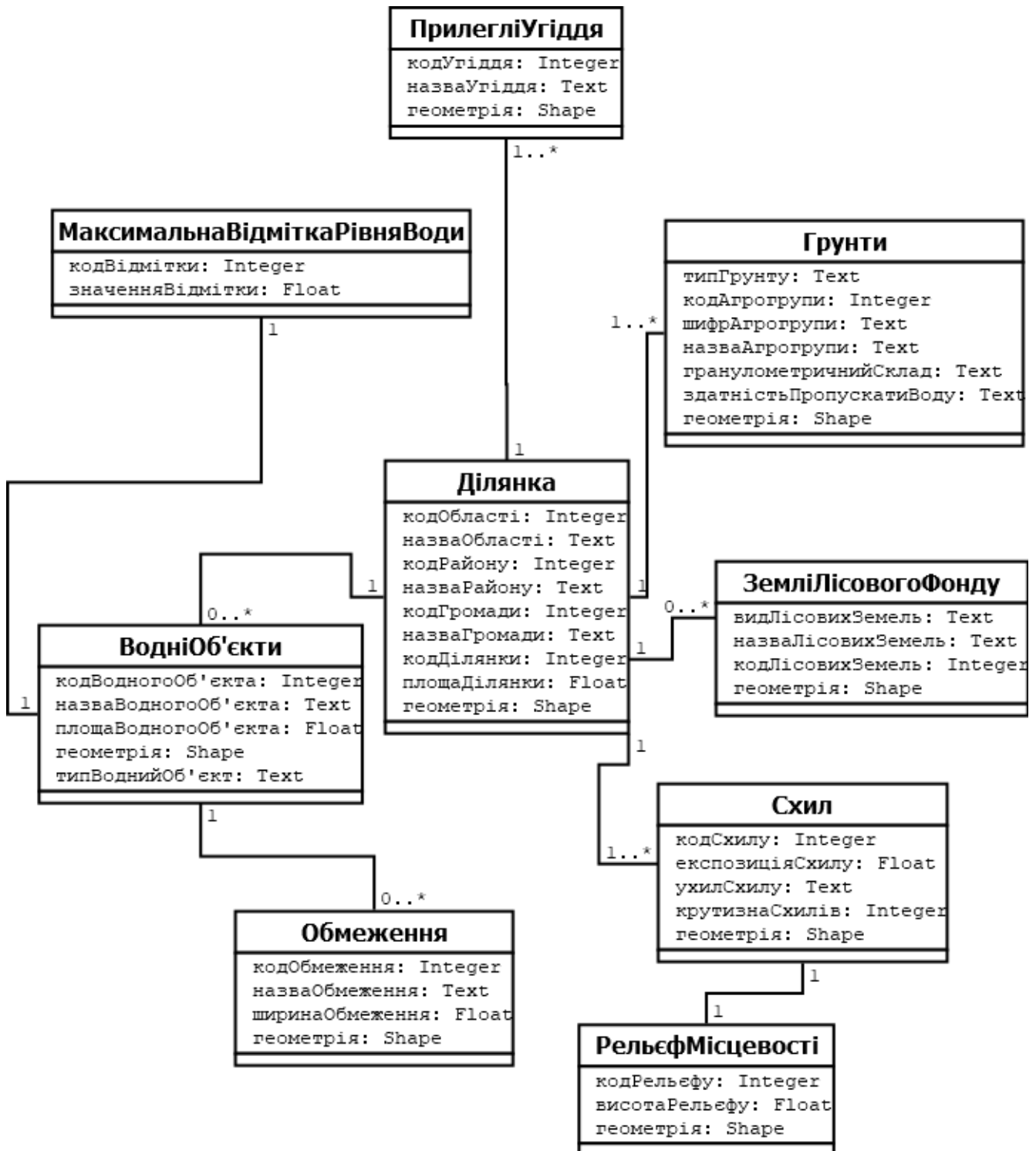


Рис. 2.4 Логічну модель бази геоданих встановлення водоохоронних зон

В даній діаграмі використано ряд зв'язків: один-до-багатьох (1-1..*; 1-0..*) та один-до-одного (1-1).

Один-до-багатьох – зв’язок між двома сутностями (класами), назвемо їх «А» та «Б», елемент класу «А» може бути пов’язаний з багатьма елементами класу «Б», а, в свою чергу, елементи класу «Б» можуть бути зв’язані лише з одним елементом класу «А». Протилежністю один-до-багатьох є багато-до-одного [25]. На діаграмі цей зв’язок представлений між класами Ділянка – ПрилегліУгіддя, Ділянка – Грунти, Ділянка – ЗемліЛісовогоФонду, Ділянка – Схил, Ділянка – ВодніОб’єкти та ВодніОб’єкти – Обмеження.

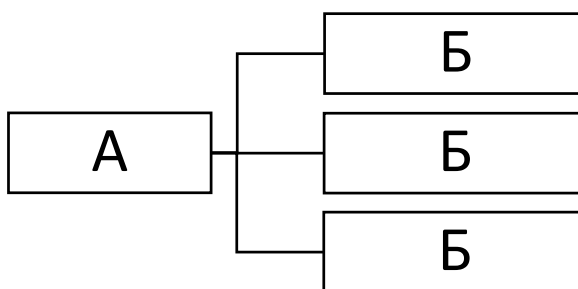


Рис. 2.5 Схематичне зображення зв’язку один-до-багатьох

Між класами ВодніОб’єкти та Обмеження існує зв’язок один-до-багатьох. «0» біля класу Обмеження означає, що водний об’єкт може й не мати жодного обмеження. При тому один елемент/елементи класу Обмеження має зв’язок з одним водним об’єктом.

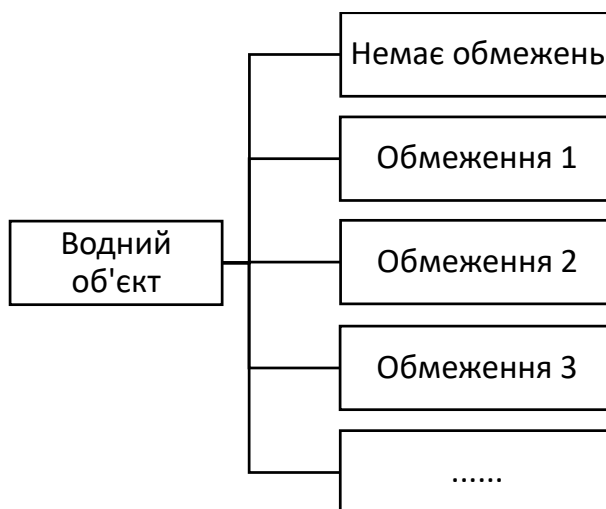


Рис. 2.6 Приклад зв’язку один-до-багатьох між класами ВодніОб’єкти та Обмеження

Один-до-одного – це зв'язок між двома класами, де один елемент класу «А» пов'язаний лише з одним елементом класу «Б» та навпаки [26]. На моделі він показаний тільки між класами РельєфМісцевості – Схил та ВодніОб'єкти – МаксимальнаВідміткаРівняВоди (рис. 2.7.).

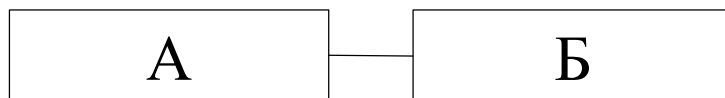


Рис. 2.7 Схематичне зображення зв'язку один-до-одного

Між класами РельєфМісцевості та Схил існує зв'язок один-до-одного. Це означає, що один схил може бути рельєфом та, що рельєф може бути пов'язаний з одним схилом. Лише між цими двома класами існує зв'язок один-до-одного (рис. 2.8.).



Рис. 2.8 Приклад зв'язку один-до-одного між класами РельєфМісцевості та Схил

Окрім того, існує зв'язок багато-до-багатьох. Це зв'язок між двома класами, де декілька елементів класу «А» пов'язані з декількома елементами класу «Б». Тобто, один елемент класу «А» може мати відношення до багатьох елементів класу «Б». Та навпаки. Один елемент класу «Б» може мати зв'язок з багатьма елементами класу «А» [27]. На діаграмі цього зв'язку немає (рис. 2.9).

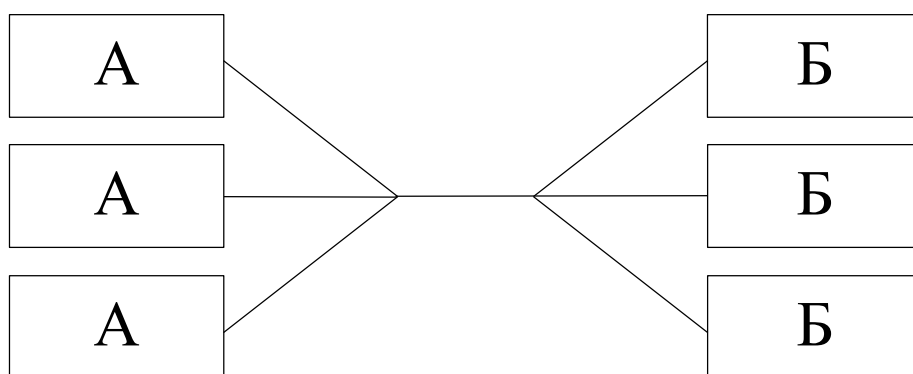


Рис. 2.9 Схематичне зображення зв'язку багато-до-багатьох

Типи даних, що були показані в діаграмі: Text, Float, Integer, Shape.

Основні типи даних (ось коротко про кожен з них):

- Integer – цілі числа. Використовуються для ідентифікації об'єктів (КодОбласті, КодРайону, КодГромади, КодДілянки, КодУгіддя, КодВодногоОб'єкта, КодОбмеження, КодАгрогрупи, КодВідмітки, КодРельєфу, КодСхилу, та КодЛісовихЗемель) та для кількісних характеристик, що можуть приймати лише цілі значення (КрутизнаСхилів)

- Float – плаваючі числа. Це числові значення, які можуть мати дробову частину (ПлощаДілянки, ПлощаВодногоОб'єкта, ШиринаОбмеження, ЗначенняВідмітки, ВисотаРельєфу та ЕкспозиціяСхилу)

- Text – текстові значення. Використовуються для назв об'єктів (НазваОбласті, НазваРайону, НазваГромади, НазваВодногоОб'єкта, НазваОбмеження, НазваУгіддя, НазваАгрогрупи, ШифрАгрогрупи та НазваЛісовихЗемель), а також для описів об'єктів, що мають текстове значення (УхилСхилу, ТипҐрунту, ГранулометричнийСклад, ЗдатністьПропускатиВоду, ТипВоднийОб'єкт та ВидЛісовихЗемель)

- Shape – геометричне представлення об'єктів. Цей тип даних описує геометрію об'єкта (точка, лінія або ж полігон).

Типи геометрії що були залучені в форматі шейп-файл: точка, лінія, полігон та TIN-модель.

Шейп файл – це векторний формат даних, який використовують аби зберегти геометричні об'єкти та їх атрибутивну інформацію. Цей формат підходить для програмного забезпечення геоінформаційних систем (ГІС). Шейп-файл може зберігати наступні види геометричних фігур: точка, лінія та та полігон. Кожен елемент може мати атрибути, що характеризують його або відображають властивості. Але формат шейп-файлу не має змоги зберігати топографічну інформацію [34]. Перевагою цього формату є те, що він підтримується більшістю ГІС-додатків, зберігає великий спектр просторових та атрибутивних даних та він досить простий у використанні [35].

Точка – це об'єкт, що має з властивостей лише положення у просторі. Точковим об'єктом на карті може бути представлено колодязь, поодинокі дерева, позначки проб тощо.

Лінія – використовується для представлення лінійного об'єкту. Наприклад, річка, дорога, межа, стежка тощо.

Полігон – двовимірний, що утворений декількома лініями, які створюють «замкнений» об'єкт. Використовують для представлення площинного об'єкта, який має властивості площі та периметра. Наприклад, озеро, область, населений пункт, ліси тощо.

TIN-модель - це нерегулярна триангуляцій мережа системи трикутників, які не перекриваються. Вершинами цих трикутників є вихідні опорні точки. Її використовують аби показати поверхню. TIN-модель може слугувати для зображення рельєфу. Тоді він представляється багатогранною поверхнею. Кожна грань цієї поверхні тоді описується або лінійною функцією, або поліноміальною поверхнею.

Висновки до другого розділу

Розроблено моделі: функціональну модель геоінформаційного моделювання водоохоронних зон, діаграму потоків даних, концептуальну модель бази геопросторових даних геоінформаційного моделювання водоохоронних зон та логічну модель бази геоданих геоінформаційного моделювання водоохоронних зон.

На концептуальній моделі було показано основні класи діаграми Ділянка, ПрилегліУгіддя, Грунти, ЗемліЛісовогоФонду, РельєфМісцевості, Схил, ВодніОб'єкти, МаксимальнаВідміткаРівняВоди, Обмеження, ГМ_ТривимірнаГеометрія, ГМ_Поверхня та ГМ_Крива.

А вже в логічній моделі були показані зв'язки між класами (один-до-багатьох та один-до-одного). Основні типи даних для атрибутів визначені як: Text (текст), Float (дійсні числа), Integer (цілі числа), Shape (шейп-файл). Дані геометрії були залучені у форматі Shape: точка, лінія, полігон та TIN-модель.

Реалізацію розроблених моделей здійснюються в програмному засобі ArcGIS 10.4 на прикладі Бориспільського району Київської області.

РОЗДІЛ 3. ГЕОІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВОДООХОРОННИХ ЗОН НА ПРИКЛАДІ БОРИСПІЛЬСЬКОГО РАЙОНУ

3.1. Характеристика Бориспільського району

Бориспільський район знаходиться у Київській області України. Він був утворений у 2020 році відповідно до постанови Верховної Ради України № 807-ІХ від 17 липня того ж року. Адміністративним центром району є — місто Бориспіль. Площа — 3873,2 км², що становить 13,8% від площі області [вікіпедія].

В складі району входять 11 територіальних громад: Бориспільська, Переяславська, Яготинська міські, Вороньківська, Гірська, Дівичківська, Золочівська, Пристолична, Студениківська, Ташанська, Циблівська сільські територіальні громади [38].

Район по південних та південно-західних його кордонах омиває Дніпро. Крім того, на території району протікають й інші річки, ліві притоки Дніпра — Павлівка, Млен, Іква та праві притоки Трубежа — Бочечки, Карань, Вогнища, Красиївка, Альта, Ільтиця. Всі річки течуть по рівнинній місцевості, а тому мають повільну течію. Живляться за рахунок снігів, дощів і підземних джерел. На півдні Бориспільський район омивається водами Канівського водосховища [22].

Канівське водосховище наймолодше водосховище на Дніпрі. Воно розташоване частково в місті Києві та двох областях — Київській та Черкаській. Водосховище покриває площу 675 км² і містить у собі близько 2,63 км³ води. Його довжина становить приблизно 123 км, а максимальна ширина — 8 км. Найбільша глибина — 21 м. Канівське водосховище це резервуар для функціонування Канівської ГЕС [39].

Основні ґрунти району — темно-сірі опідзолені чорноземи та чорноземи на середньо-суглинковому лесі й частково супіщані та глейові [22]. Ґрунти Бориспільського району за гранулометричним складом подані на рисунку 3.1.

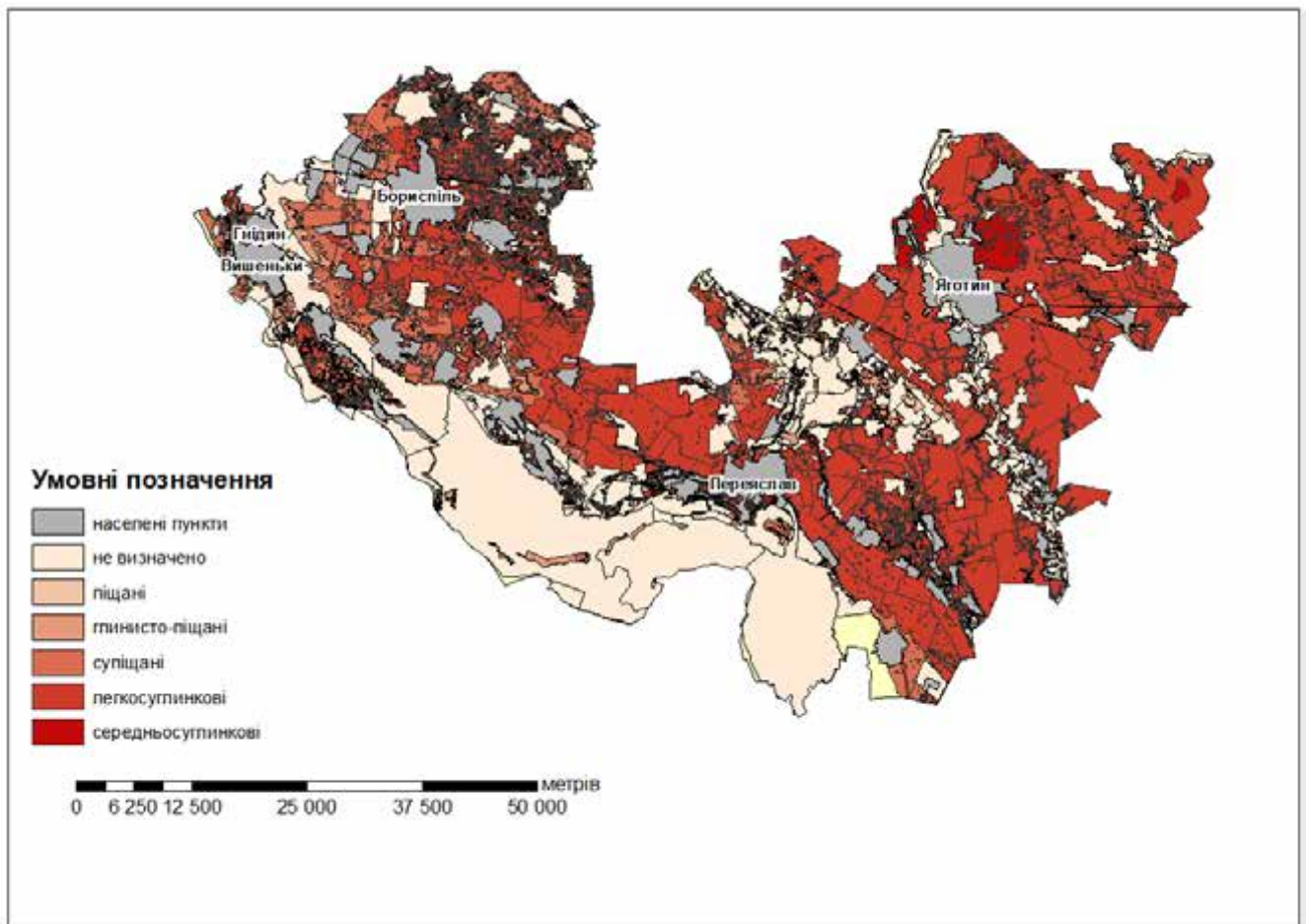


Рис. 3.1 Грунти Бориспільського району

Піщані ґрунти мають сипучу зернисту структуру, що легко руйнується. Цей тип ґрунту має високий вміст піску, невелику кількість глинистих мінералів й досить низький вміст гумусу. Це досить легкі ґрунти, що мають підвищену повітропроникність та водопроникність. Та не дивлячись на це не утримують вологу, але добре прогриваються й швидко охолоджуються [23].

Глинисто – піщані – щільні, важкі ґрунти. Вони погано пропускають воду й не мають добре розвинутої капілярної системи. Але такі ґрунти погано пропускають її в нижні шари, тому вона накопичується в зоні вкорінення рослин. Тобто, вода добре утримується, але погано протікає.

Супіщані ґрунти – мають певну схожість з піщаними ґрунтами. Супіщані ґрунти повітропроникні. Крім того, вони добре вбирають та утримують вологу. Ґрунти не пересихають, поверхня не утворює кірку та добре прогривається.

Легкосуглинкові та Середньосуглинкові – середні ґрунти з сумішшю піску, мулу та глини. Суглинкові землі це проміжні землі між глинистими та

піщаними. Вони характеризуються високою водопроникністю та повітропроникністю. Крім того, такі ґрунти добре утримують вологу та підтримують сталий температурний режим.

На карті (рис 3.2) зображено землі лісогосподарського призначення Бориспільського району. Згідно з ст. 55 Земельного кодексу України до земель з таким призначенням входять:

- Землі, що вкриті лісовою рослинністю
- Нелісові землі, що використовуються для потреб лісового господарства [4].

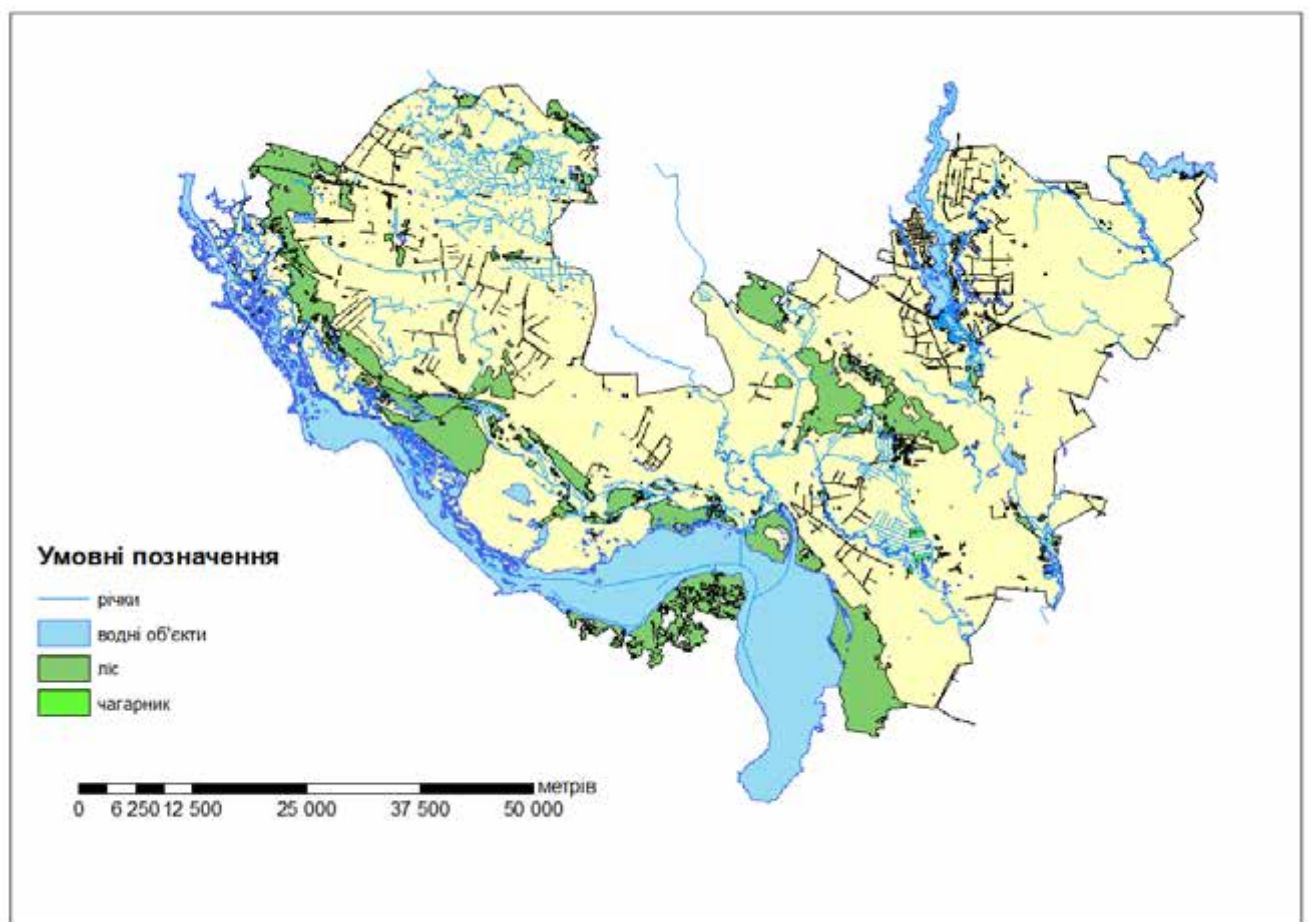


Рис. 3.2 Водні об'єкти та землі лісового фонду Бориспільського району

На карті наявні ліси та чагарники. Відповідно до першої статті Лісового кодексу України, ліс природний комплекс або ж екосистема, у якому поєднуються переважно деревна та чагарникова рослинність з відповідними ґрунтами, трав'яною рослинністю [24].

Можна побачити, що значна частка лісів знаходиться поблизу водойм. Найбільше це помітно на території поблизу Дніпра.

На рисунку 3.3 показано поділ за категоріями території Бориспільського району. Можна виділити такі категорії:

- Землі сільськогосподарського призначення (земельні наділи, фруктові сади, с/г угіддя, луки, луги, господарські двори)
- Землі житлової та громадської забудови (житлові будинки, роздрібна торгівля, комерційна забудова)
- Землі природно-заповідного та іншого природоохоронного призначення (парки)
- Землі рекреаційного призначення (кладовища, зони відпочику)
- Землі лісогосподарського призначення (чагарник, ліс)
- Землі промисловості, транспорту, електронних комунікацій, енергетики та іншого призначення (землі під промисловістю, кар'єри, пустища, військові об'єкти)

Як можна побачити з рисунку, поблизу водних об'єктів переважають землі лісогосподарського призначення та сільськогосподарського призначення. Рідше біля водойм зустрічається громадська та житлова забудова. Як зазначається в Земельному кодексі України, землі з лісою рослинністю та землі в використанні лісовим господарством – входять до земель лісогосподарського призначення.

До земель житлової та громадської забудови можна віднести ділянки з житловою забудовою, з громадськими будівлями та з іншими об'єктами загального користування [4].

А до земель сільськогосподарського призначення можна віднести сільськогосподарські та несільськогосподарські угіддя (рис.3.4.).

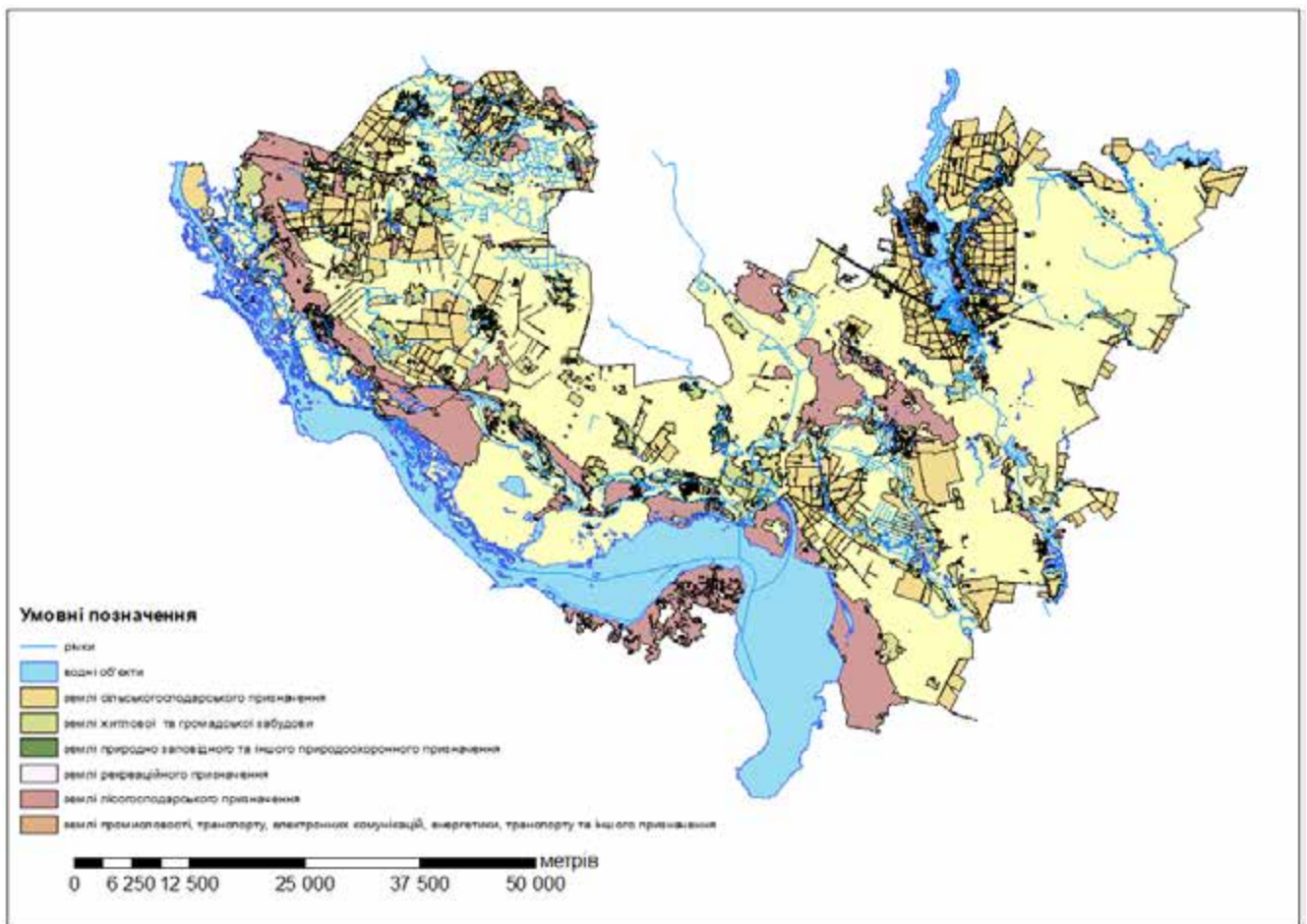


Рис. 3.3 Розподіл земель Бориспільського району за категоріями земель



Рис. 3.4 Сільськогосподарські та несільськогосподарські угіддя

3.2. Визначення умов які впливають на водоохоронні зони

За результатами здійсненого аналізу наукових публікацій та законодавства структуровано умови, які впливають на розмір прибережних захисних смуг (таблиця 3.1.) та водоохоронних зон (таблиця 3.2.)

Таблиця 3.1.

Умови, які впливають на розмір прибережних захисних смуг

шар	Критерій	На що впливає /опис	Коефіцієнт / значення
ВЗ буфер навколо річок (шар річки)	Розмір водойми	Відповідно до статті 60 Водного кодексу України	До 3 га – 25 м 3-9,99 га – 50 м 10-... - 100 м
Ліси			
Шар lisy - fclass - ліс	Лісовий схил	л – коефіцієнт переходу від листяного лісу до інших його видів, взятий з формули Сай В. про визначення оптимальної ширини ПЗС, що була запропована нею в роботі «Про водоохоронні зони та прибережні захисні смуги»	
	Мішаний ліс		
	Хвойний ліс		
Lisy – fclass - чагарник	Безлісний схил		
Експозиція схилу			
	Пн	е – коефіцієнт переходу від північної експозиції схилів до інших видів, взятий з формули Сай В. про визначення оптимальної ширини ПЗС, що взятий з формули Сай В. в роботі «Про водоохоронні зони та прибережні захисні смуги»	
	ПнСх		
	Зх		
	Сх		
	ПдСх		
	ПнЗх		
	Пд		
	ПдЗх		
	Крутизна схилів більша за 3°	Стаття 88 Водного кодексу України	Мінімальна ширина ПЗС подвоюється
Ґрунти			
Agrosoil	Легкі (піщані)	гр – коефіцієнт переходу від супіщаних до інших за механічним (гранулометричним) складом ґрунтів, взятий з формули Сай В. про визначення оптимальної ширини ПЗС, що взятий з формули Сай В. в роботі «Про	
	Середні (легкосугли нкові, середносугл инкові, супіщані)		

	Важкі (глинисто- піщані)	водоохоронні зони та прибережні захисні смуги»	
--	--------------------------------	---	--

Таблиця 3.2.

Умови, які впливають на розмір водоохоронних зон

шар	Критерій	На що впливає /опис	Коефіцієнт / значення
	ПЗС	Відповідно до ст. 88 Водного кодексу України, в межах водоохоронних зон виділяються земельні ділянки під прибережні захисні смуги, тобто ПЗС є частиною ВЗ	Визначена з попередньої таблиці
	Мінімальний рівень води у водному об'єкті	Відповідно до Порядку визначення розмірів і меж водоохоронних зон та режим ведення господарської діяльності в них, мінімальний рівень води формує внутрішню межу	
Зовнішня межа			
	Максимальна відмітка рівня води	Відповідно до Порядку визначення розмірів і меж водоохоронних зон та режим ведення господарської діяльності в них	
	Лісові насадження	Відповідно до Порядку визначення розмірів і меж водоохоронних зон та режим ведення господарської діяльності в них, зовнішня межа може визначатися найбільш віддаленої від водного об'єкта лінією лісових насаджень	не менш як 1000 метрів від урізу меженного рівня води
Шейп річки – fclass – canal, drain	Меліоративні система	Відповідно до Порядку визначення розмірів і меж водоохоронних зон та режим ведення господарської діяльності в них, зовнішня межа може визначатися найбільш віддаленої від водного об'єкта лінією усіх земель відводу на існуючих меліоративних системах	не менш як 200 метрів від бровки каналів чи дамб

	Заплава річки	Відповідно до Порядку визначення розмірів і меж водоохоронних зон та режим ведення господарської діяльності в них, до складу водоохоронних зон обов'язково входять заплава річки, перша надзаплавна тераса, бровки і круті схили берегів, а також прилеглі балки та яри.	Крайня межа заплави
--	---------------	--	---------------------

3.3. Геоінформаційне моделювання водоохоронних зон в Model builder

ModelBuilder – програма, що використовується для створення, редагування та керування створеними моделями даних. Її можна розглядати як мову візуального програмування, яка слугує для створення робочих процесів геообробки.

Можна створити модель, що буде представлена діаграмою послідовності процесів. Можна використовувати вихідні дані одного процесу для вхідних даних другого процесу.

ModelBuilder може виконувати такі дії:

- Створити модель, додавши дані та інструменти;
- Обробляти кожен клас, об'єкт, растр або таблицю в моделі;
- Візуалізація послідовності процесу;
- Запуск моделі.

Перевагою ModelBuilder є те, що він простий у використанні для створення процесів, які складаються з послідовності інструментів.

Можна додавати дані чи інструменти просто перетягуючи їх з вікон каталогу в робочу область. Після чого створити підключення з потрібними даними та інструментами. Коли модель створена то можна її запустити, натиснувши відповідну кнопку й перевірити чи робочий процес.

Для побудови водоохоронних зон було зроблено чотири моделі. Три з цих моделей були на встановлення прибережно-захисних смуг. Адже в статті 88 Водного кодексу України зазначається, що в межах водоохоронних зон виділяються ділянки під прибережні захисні смуги. Тобто можна вважати, що вони є частиною водоохоронних зон. Тому було вирішено спочатку встановити ПЗС, а далі при побудові ВЗ додати їх до інших елементів.

Для побудови ПЗС використовувалися коефіцієнти та фактори з формули, яку запропонувала Сай В. в своїй роботі «Про водоохоронні зони та прибережні захисні смуги».

Формула наведена нижче.

$$L_{\text{ПЗС}} = L_{\text{ВК}} \cdot C_v \cdot K_{\text{Л}} \cdot K_{\text{ГР}} \cdot K_{\text{Е}} \cdot K_{\text{ПТ}},$$

Рис. 3.5 Формула визначення оптимальної ширини ПЗС

$L_{\text{ВК}}$ – встановлена водним кодексом ширина ПЗС, м;

C_v – коефіцієнт варіації;

$K_{\text{Л}}$ – коефіцієнт переходу від листяного лісу до інших його видів;

$K_{\text{ГР}}$ – коефіцієнт переходу від супіщаних до інших за механічним (гранулометричним) складом ґрунтів;

$K_{\text{Е}}$ – коефіцієнт переходу від північної експозиції схилів до інших видів;

$K_{\text{ПТ}}$ – коефіцієнт використання прилеглої території [3].

З всіх цих коефіцієнтів та факторів було використано: встановлену ширину ПЗС згідно статті 60 Водного кодексу ($L_{\text{ВК}}$), коефіцієнт переходу від листяного лісу до інших його видів ($K_{\text{Л}}$), коефіцієнт переходу від супіщаних до інших за механічним (гранулометричним) складом ґрунтів ($K_{\text{ГР}}$) та коефіцієнт переходу від північної експозиції схилів до інших видів ($K_{\text{Е}}$).

В першій моделі для ПЗС враховувалася ширина згідно Водного кодексу. Окрім того, згідно з статтею 88 Водного кодексу України, якщо крутизна схилів більша за 3° , то ширина прибережної захисної смуги подвоюється. Тож цей фактор теж буде показано в першій моделі.

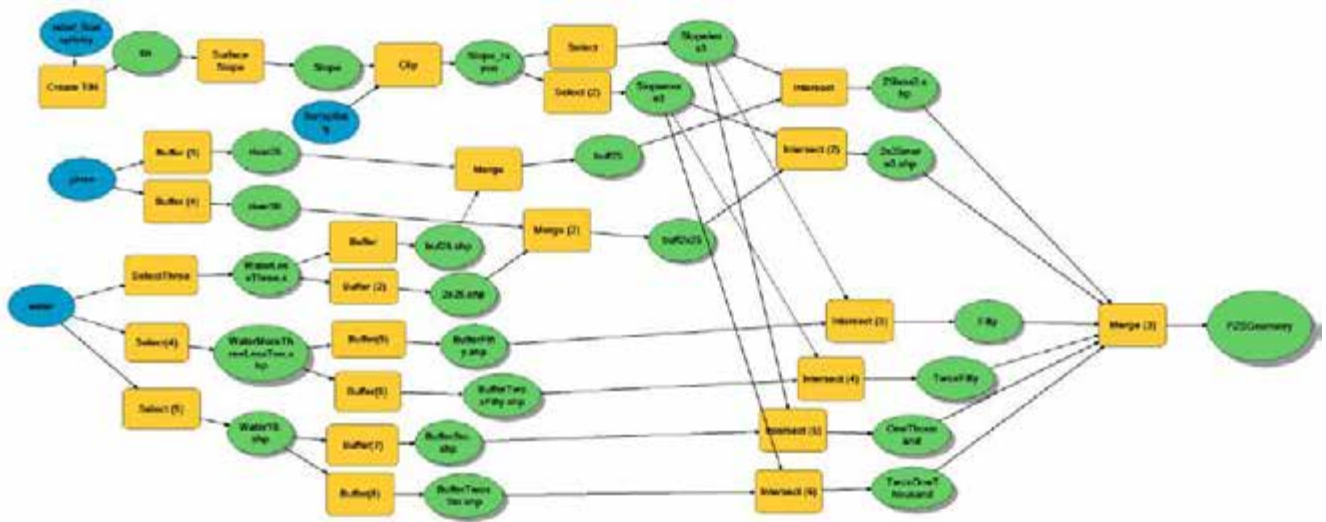


Рис. 3.6 Перша модель встановлення ПЗС

Модель можна поділити на декілька етапів:

1. Розподіл на ухили схилів
2. Буфери для водних об'єктів
3. Знаходження перетину між буферами та схилами
4. Об'єднання

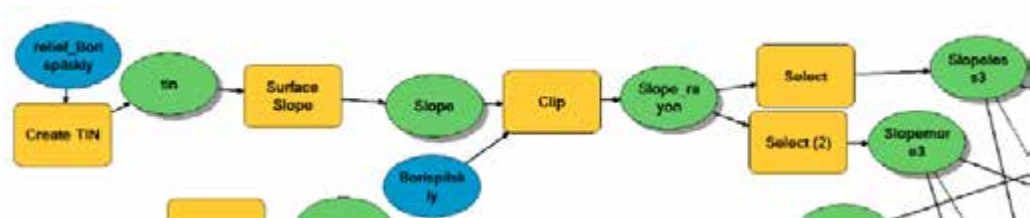


Рис. 3.7 Перша модель - етап розподілу схилів згідно їх ухилів

Спочатку створювалася TIN-модель (назва створеної моделі - tin), згідно з вхідними даними по рельєфу району (дані: relief_Borispilsky), за допомогою інструменту Create TIN з ArcToolbox. Далі вже до створеного TIN застосували інструмент Surface Slope. Він створює багатокутні об'єкти, які представляють діапазони значень нахилу для трикутних поверхонь. Далі створений Slope вирізали по території району (дані: Borispilsky) за допомогою інструменту Clip. Створений файл має назву Slope_rayou. Далі інструментом Select обиралися схили з крутизною менша 3° та більше 3° . Для схилів до 3° прописала вираз: SlopeCode<3. А для тих, що більше вираз: SlopeCode>=3. В результаті такого поділу отримано файли під назвами SlopeLess3 та SlopeMore3.



Рис. 3.8 Перша модель - етап створення буферів для водних об'єктів

В другому етапі встановлювалися буфери для водних об'єктів. Ширину буферу обиралася «геометричним методом» згідно з Водним кодексом України. Аби відкласти його, водні об'єкти я поділила інструментом Select. У законодавстві пишеться, що ширина ПЗС 25 метрів - для малих річок, струмків і потічків, а також ставків площею менш як 3 гектари; 50 метрів - для середніх річок, водосховищ на них, водойм, а також ставків площею понад 3 гектари; 100 метрів - для великих річок, водосховищ на них та озер. Для усіх річок буфер 25 метрів. Шар water це полігональний шейп-файл, тому треба його поділити за площею. Інструментом Select відбувся поділ:

- Вираз "Shape_Area" <=3 – об'єкти з площею менше або рівною трьом гектарам. Створений файл – WaterLessThree. Буфер – 25 метрів.
- Вираз "Shape_Area" >3 AND "Shape_Area" <=10 – об'єкти, які мають площу більше 3 га, але меншу або рівну 10 га. Створений файл – WaterMoreThreeLessTen. Буфер – 50 метрів.
- Вираз "Shape_Area" > 10 – об'єкти площа яких більша за 10 гектар. Створений файл - Water10. Буфер – 100 метрів.

Далі використовуємо інструмент Buffer. Крім звичайного буферу згідно законодавства, ще встановлюємо подвоєний буфер. Це на той випадок якщо ПЗС буде знаходитися на схилі, що має крутизну більше за 3°.

Вставлення буферів:

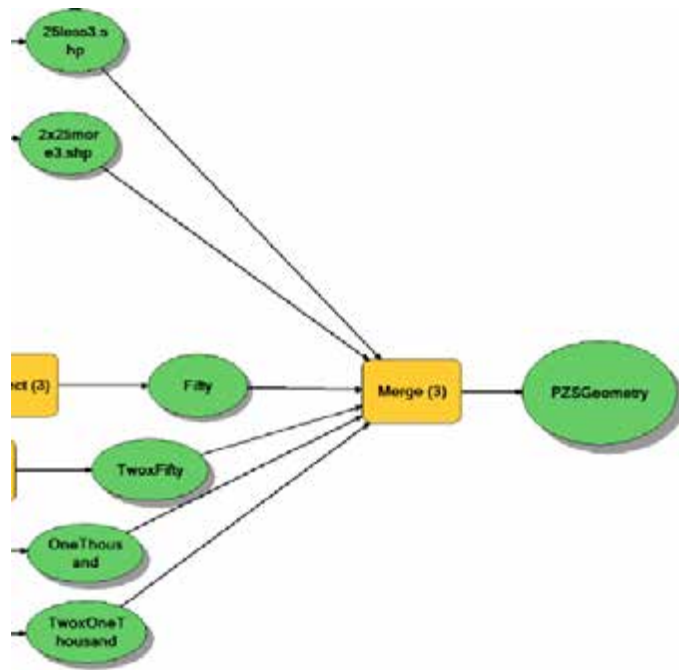


Рис. 3.10 Перша модель – етап об'єднання

Це кінцевий етап для цієї моделі. Отримані файли, що вийшли завдяки перетину, об'єднують в один шар. Це можна зробити інструментом Merge. Отриманий файл має назву PZSGeometry. Він показаний на рисунку нижче.



Рис. 3.11 ПЗС визначена геометричним підходом з урахуванням крутизни схилів

В другій моделі для ПЗС враховуються два коефіцієнти: коефіцієнт переходу від північної експозиції схилів до інших видів (K_E) та коефіцієнт переходу від листяного лісу до інших його видів (K_L).

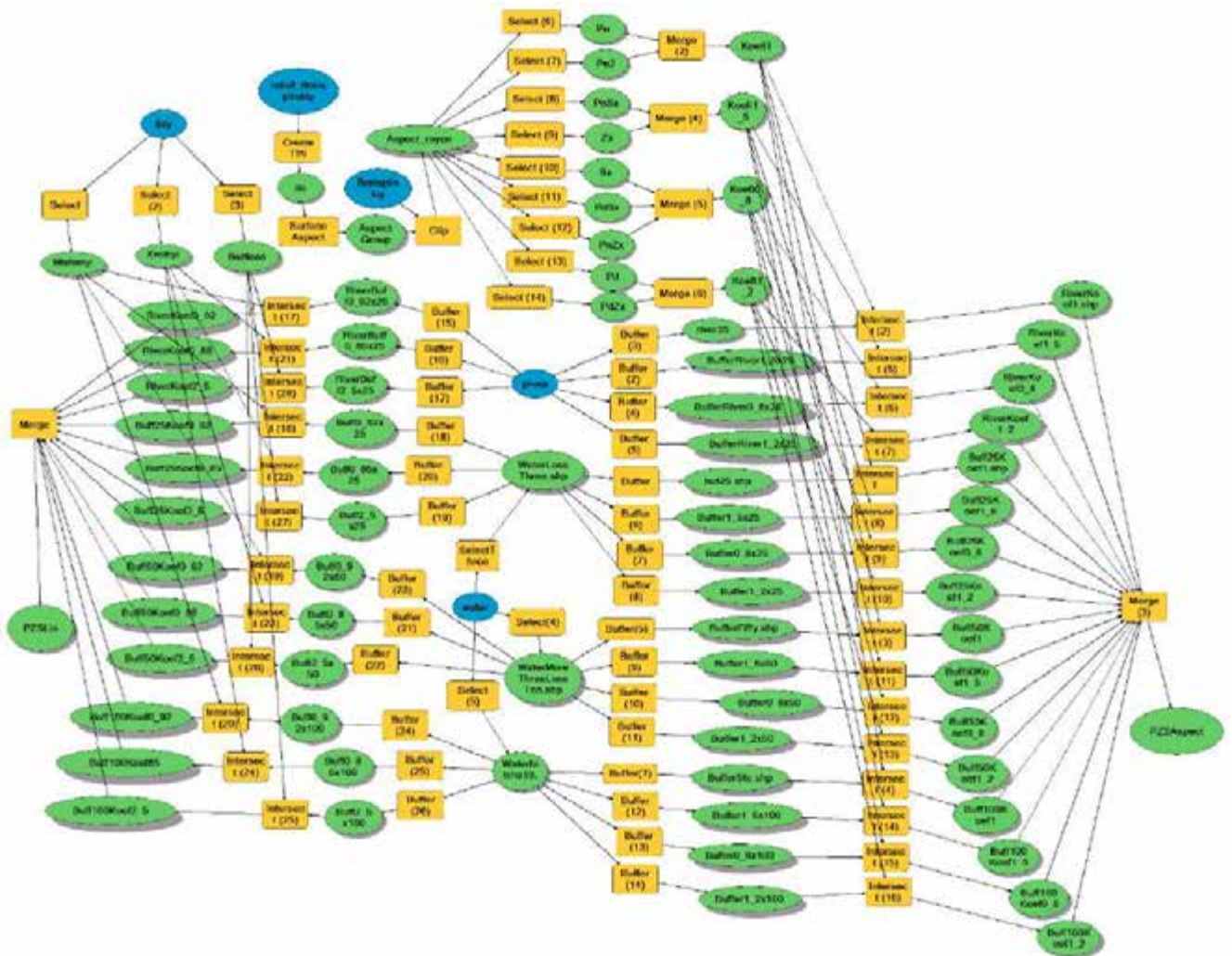


Рис. 3.12 Друга модель встановлення ПЗС

Ось так виглядає схема. Зліва знаходиться K_L , а справа K_E .

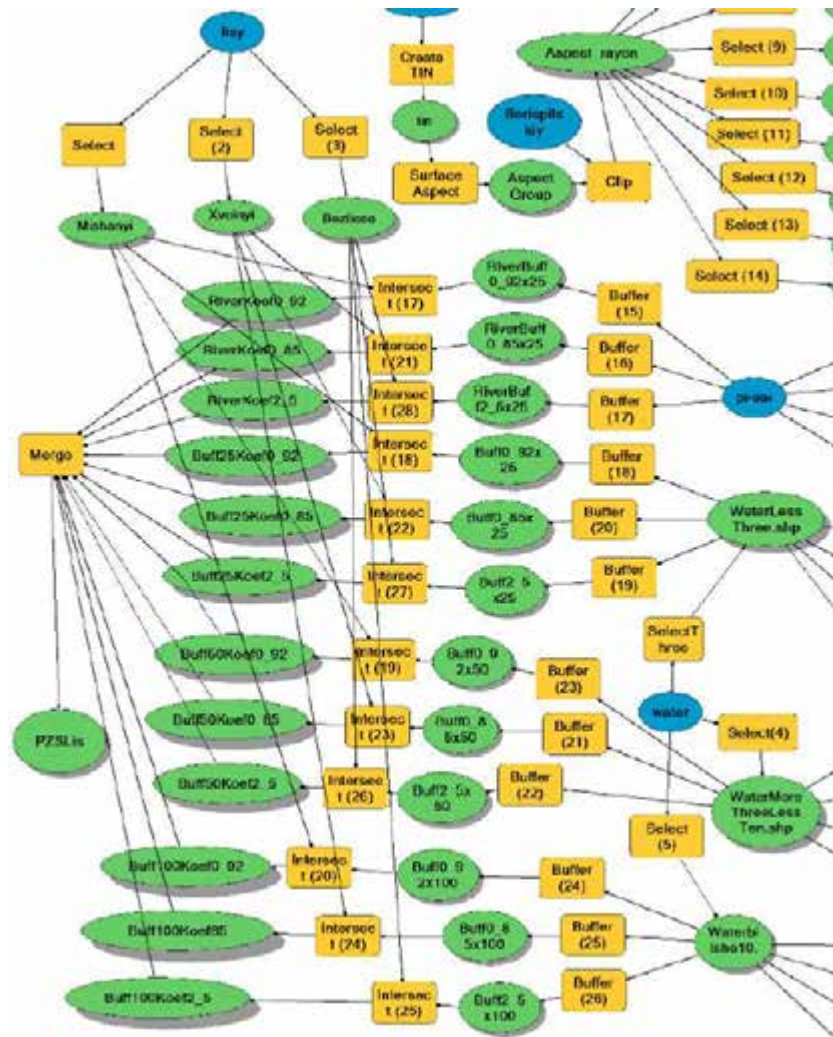


Рис. 3.13 Визначення ПЗС згідно з Кл

Етапи:

1. Розподіл лісів
2. Буфер для водних об'єктів
3. Перетин та об'єднання

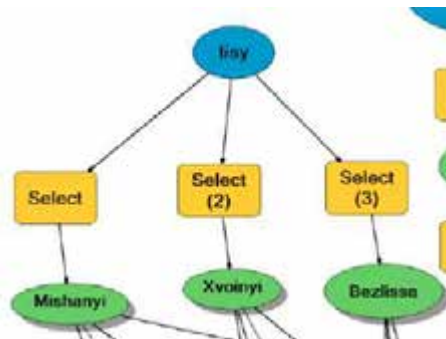


Рис. 3.14 Етап розподілу земель лісового фонду за його видами

Вихідними даними є файл lisy. В цьому файлі знаходяться землі лісогосподарського призначення: ліс (мішаний та хвойний) та чагарник.

Обираємо інструмент Select. Згідно з формули коефіцієнт для мішаного лісу – 0,92; для хвойного – 0,85; безлісий схил (чагарник) – 2,5. В атрибутивній таблиці була створена колонка Тип, де номерами позначено тип лісу: 1 – мішаний, 2 – хвойний, 3 – чагарник.

Select:

- Вираз: "Тип" LIKE '1' – мішаний ліс. Створено файл – Mishany1.
- Вираз: "Тип" LIKE '2' – хвойний ліс. Створено файл – Xvoyny1.
- Вираз: "Тип" LIKE '3' – безлісся або ж чагарник. Створено файл – Bezlissa.

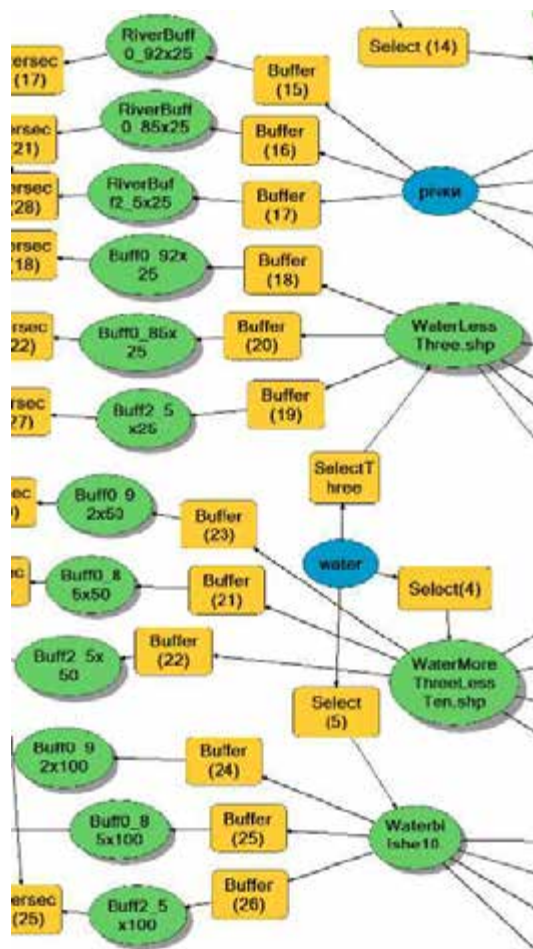


Рис. 3.15 Встановлення буферу для водних об'єктів

Від раніше створеного розподілу водних об'єктів за площею створюються буфери з новими коефіцієнтами: 0.92; 0.85 та 2.5. Тобто, кожен буфер (25, 50 та 100 метрів) множиться на відповідний коефіцієнт. Новий буфер знадобиться аби знайти перетин з об'єктами лісового фонду.

Для коефіцієнту 0,92 відкладаємо буфери:

- 23 м (0,92x25) – річки та водні об'єкти площею до 3 га. Створено файли – RiverBuff0_92x25 та Buff0_92x25.

- 46 м (0,92x50) – водні об'єкти площею 3-10 га. Створено файл – Buff0_92x50.

- 92 м (0,92x100) – водні об'єкти площею понад 10 га. Створено файл – Buff0_92x100.

Для коефіцієнту 0,85:

- 21 м (0,85x25) – річки та водні об'єкти площею до 3 га. Створено файли – RiverBuff0_85x25 та Buff0_85x25.

- 42 м (0,85x50) – водні об'єкти площею 3-10 га. Створено файл – Buff0_85x50.

- 85 м (0,85x100) – водні об'єкти площею понад 10 га. Створено файл – Buff0_85x100.

Для коефіцієнту 2,5

- 62 м (2,5x25) – річки та водні об'єкти площею до 3 га. Створено файли – RiverBuff2_5x25 та Buff2_5x25.

- 125 м (2,5x50) – водні об'єкти площею 3-10 га. Створено файл – Buff2_5x50.

- 250 м (2,5x100) – водні об'єкти площею понад 10 га. Створено файл – Buff2_5x100.



Рис. 3.16 Перетин буферу земель лісогосподарського призначення та водних буферів й об'єднання створених файлів

Обчислюємо геометричний перетин шарів. Об'єкти, що перетинаються будуть записані у окремий шар.

Перетин лісу з такими буферами:

- Mishanyi – RiverBuff0_92x25, Buff0_92x25, Buff0_92x50 та Buff0_92x100.
- Xvoyni – RiverBuff0_85x25, Buff0_85x25, Buff0_85x50 та Buff0_85x100.
- Bezliisa – RiverBuff2_5x25, Buff2_5x25, Buff2_5x50 та Buff2_5x100.

Отримані файли, що вийшли завдяки перетину, об'єднують в один шар. Це можна зробити інструментом Merge. Отриманий файл має назву PZSLis. Він показаний на рисунку нижче.

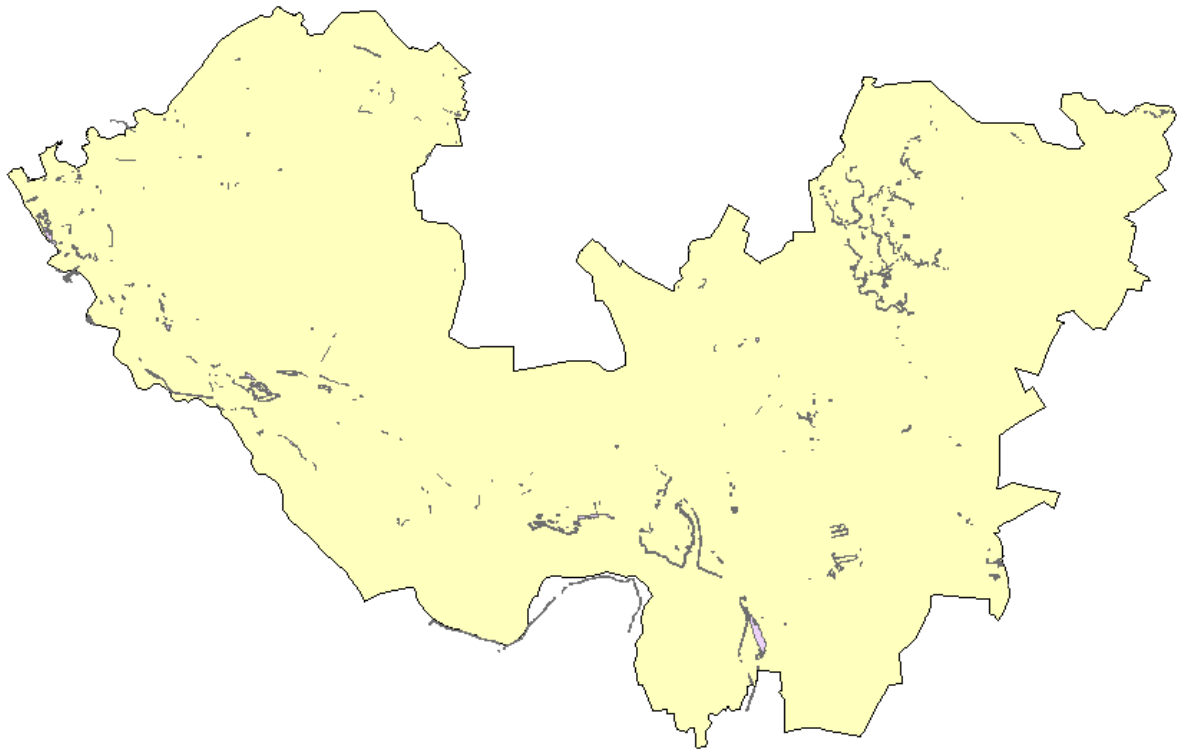


Рис. 3.17 ПЗС визначена з урахуванням коефіцієнту переходу від листяного лісу до інших його видів (Кл)

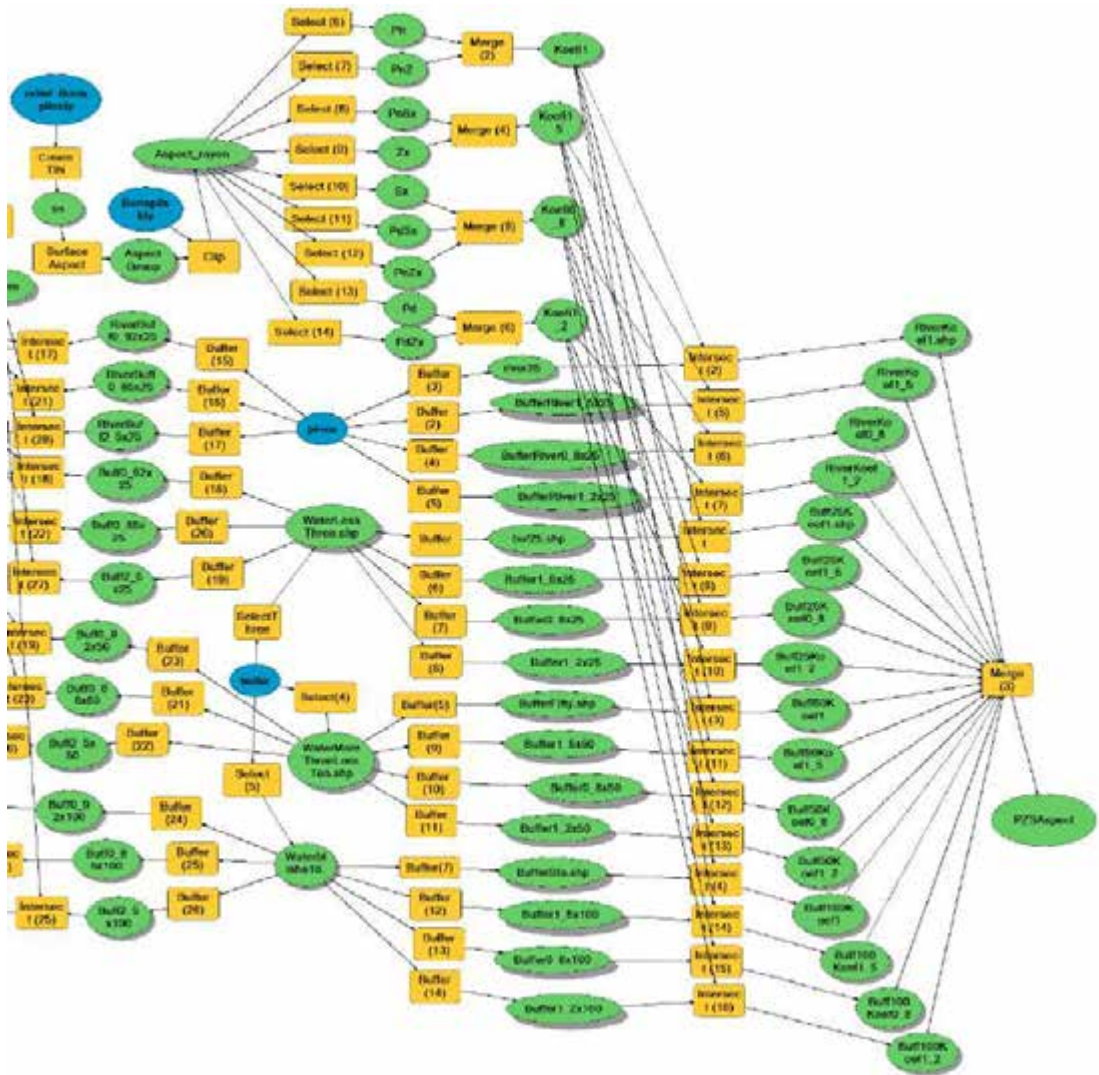


Рис. 3.18 Визначення ПЗС згідно з Ке

Етапи:

1. Розподіл
2. Буфер
3. Перетин та об'єднання



Рис. 3.19 Розподіл згідно Аспекту. Визначення напрямків схилів

Спочатку до створеної раніше TIN-моделі застосовується інструмент Surface Aspect. Він створює багатокутні об'єкти, які представляють аспекти вимірювання, отримані з TIN. Аспект це горизонтальна орієнтація поверхні. Він визначається в градусах. Значення коду присвоюється кожній грані. Код представляє собою напрямок схилу. В таблиці 3.3 представлена ця класифікація

Таблиця 3.3.

Коди експозиції схилів

Код	Напрямок схилу	Діапазон кутів нахилу
-1	Плоский	Без нахилу
1	Північ	0°-22,5°
2	Північний Схід	22,5°-67,5°
3	Схід	67,5°-112,5°
4	Південний Схід	112,5°-157,5°
5	Південь	157,5°-202,5°
6	Південний Захід	202,5°-247,5°
7	Захід	247,5°-295,5°
8	Північний Захід	292,5°-337,5°
9	Північ	337,5°-360°

Згідно формули:

- $P_{НСХ}$ і $Z_X - 1,5$, що відповідає коду: 2 та 7;
- C_X , $P_{дСХ}$, $P_{НЗХ} - 0,8$, що відповідає коду: 3, 4 та 8;
- $P_{д}$ і $P_{дЗХ} - 1,2$, що відповідає коду: 5 та 6;
- $P_{н} - 1$, що відповідає коду: 1 та 9.

Згідно наведеного вище списку експозиція схилів розподіляється за кодами 1-9. Потім об'єднання згідно з наведеними коефіцієнтами.

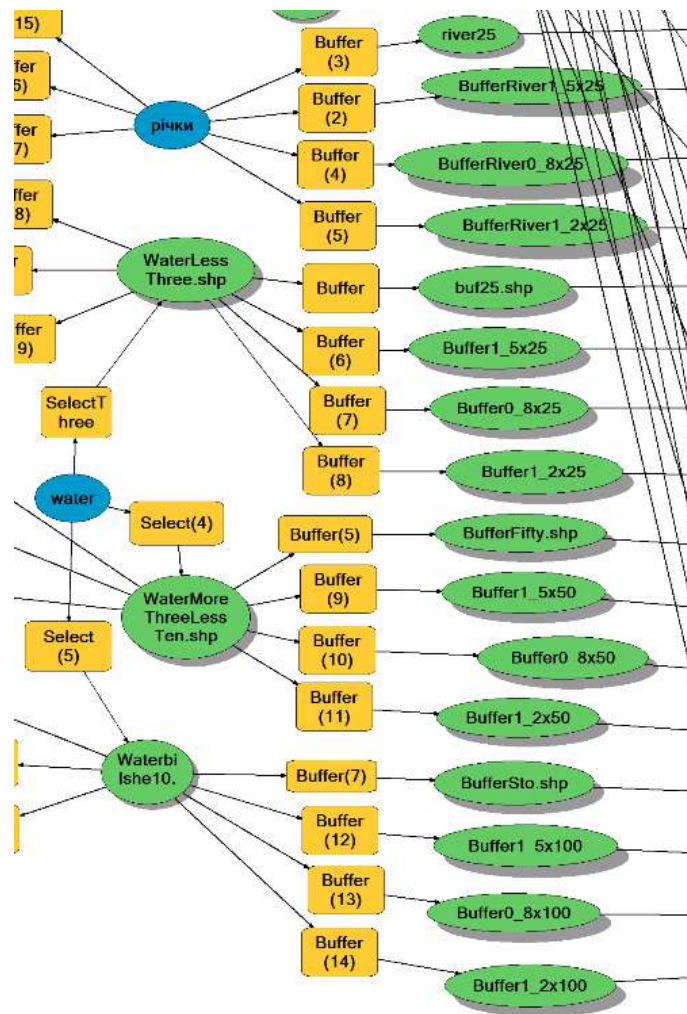


Рис. 3.20 Створення буферних зон для водних об'єктів

Від раніше створеного розподілу водних об'єктів за площею створюємо буфери з новими коефіцієнтами: 0,8; 1; 1,2 та 1.5. Тобто, кожен буфер (25, 50 та 100 метрів) множиться на відповідний коефіцієнт. Новий буфер знадобиться аби знайти перетин з об'єктами Аспекту.

Для коефіцієнту 1 відкладаються звичайні буфери: 25, 50 та 100.

Для коефіцієнту 0,8 відкладаємо буфери:

- 20 м (0,8x25) – річки та водні об'єкти площе до 3 га. Створено файли – BufferRiver0_8x25 та Buffer0_8x25.
- 40 м (0,8x50) – водні об'єкти площею 3-10 га. Створено файл – Buffer0_8x50.
- 80 м (0,8x100) – водні об'єкти площею понад 10 га. Створено файл – Buffer0_8x100.

Для коефіцієнту 1,2:

- 30 м (1,2x25) – річки та водні об'єкти площе до 3 га. Створено файли – BufferRiver1_2x25 та Buffer1_2x25.

- 60 м (1,2x50) – водні об'єкти площею 3-10 га. Створено файл – Buffer1_2x50.

- 120 м (1,2x100) – водні об'єкти площею понад 10 га. Створено файл – Buffer1_2x100.

Для коефіцієнту 1,5

- 37 м (1,5x25) – річки та водні об'єкти площе до 3 га. Створено файли – BufferRiver1_5x25 та Buffer1_5x25.

- 75 м (1,5x50) – водні об'єкти площею 3-10 га. Створено файл – Buffer1_5x50.

- 150 м (1,5x100) – водні об'єкти площею понад 10 га. Створено файл – Buffer1_5x100.

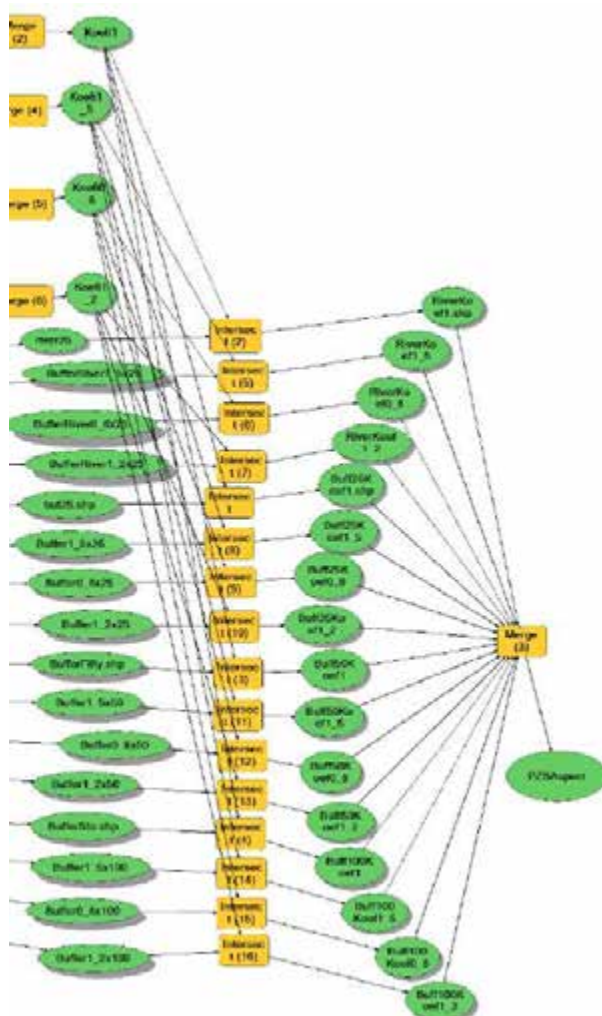


Рис. 3.21 Етап геометричного перетину шарів та об'єднання створених файлів

Обчислюється геометричний перетин шарів. Об'єкти, що перетинаються будуть записані у окремий шар.

Перетин Аспекту з такими буферами:

- Koefi1 – river25, buff25, BufferFifty та BufferSto.
- Koefi1_5 – BufferRiver1_5x25, Buffer1_5x25, Buffer1_5x50 та Buffer1_5x100.
- Koefi0_8 – BufferRiver0_8x25, Buffer0_8x25, Buffer0_8x50 та Buffer0_8x100.
- Koefi1_2 – BufferRiver1_2x25, Buffer1_2x25, Buffer1_2x50 та Buffer1_2x100.

Отримані файли, що вийшли завдяки перетину, об'єднують в один шар. Це можна зробити інструментом Merge. Отриманий файл має назву PZSAspect. Він показаний на рисунку нижче.

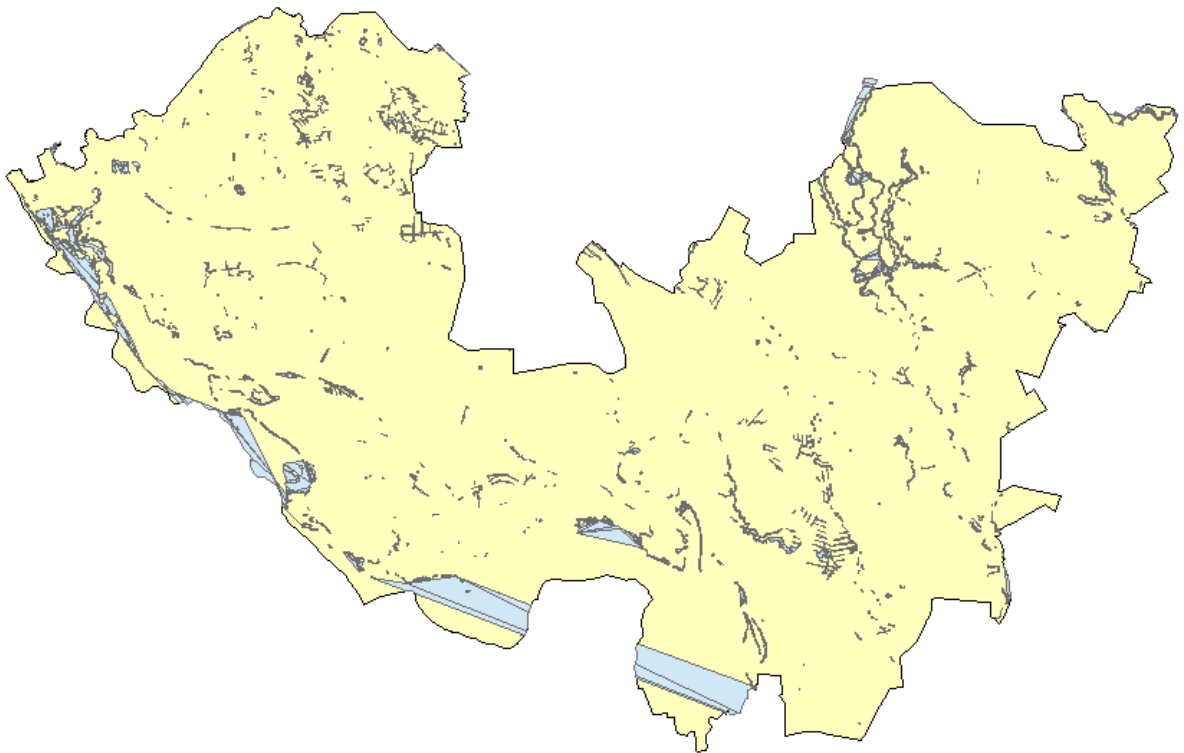


Рис. 3.22 ПЗС визначена з урахуванням коефіцієнту переходу від північної експозиції схилів до інших видів (K_E)

В третій моделі для ПЗС враховується коефіцієнт переходу від супіщаних до інших за механічним (гранулометричним) складом ґрунтів ($K_{ГР}$):

- Для легких (піщаних) ґрунтів – 1
- Для середніх (супіщаних, легкосуглинкових, середньосуглинкових) ґрунтів – 1,5
- Для важких (глинисто-піщаних) ґрунтів – 2

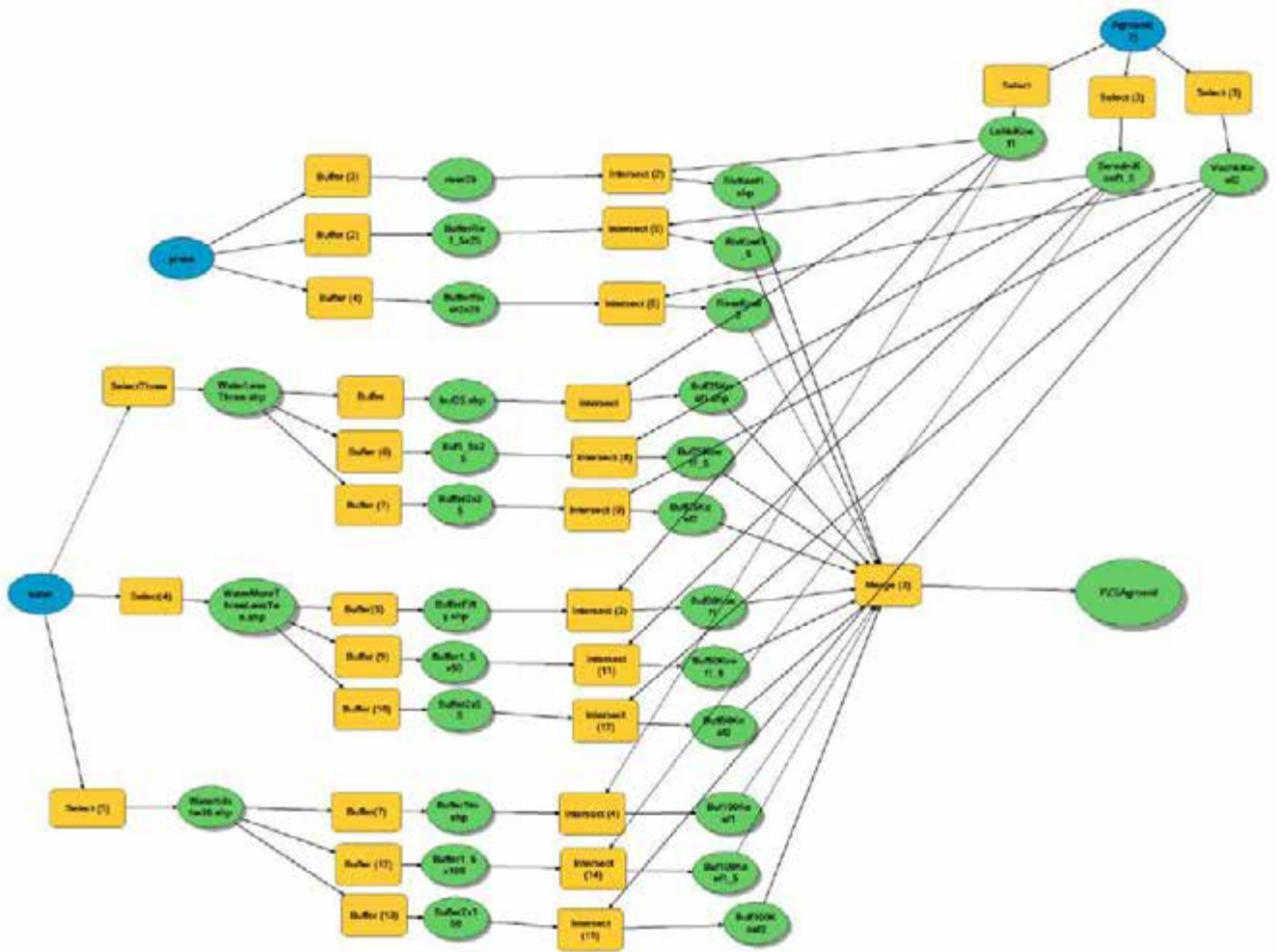


Рис. 3.23 Третя модель Визначення ПЗС згідно з КГР

Етапи:

1. Розподіл
2. Буфер
3. Перетин та об'єднання

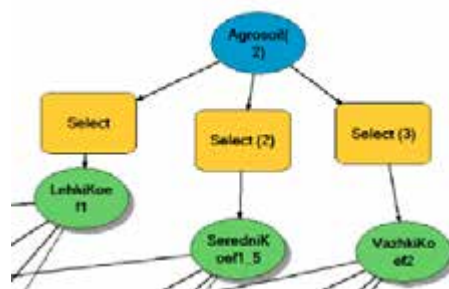


Рис. 3.24 Розподіл ґрунтів згідно їх механічного складу

За допомогою інструмента Select розділила ґрунти за механічним складом. До легких, що відповідають коефіцієнту 1, відносяться піщані. До середніх з

коефіцієнтом 1,5, супіщані, легкосуглинкові та середньосуглинкові. А до важких, мають коефіцієнт 2, глинисто-піщані.

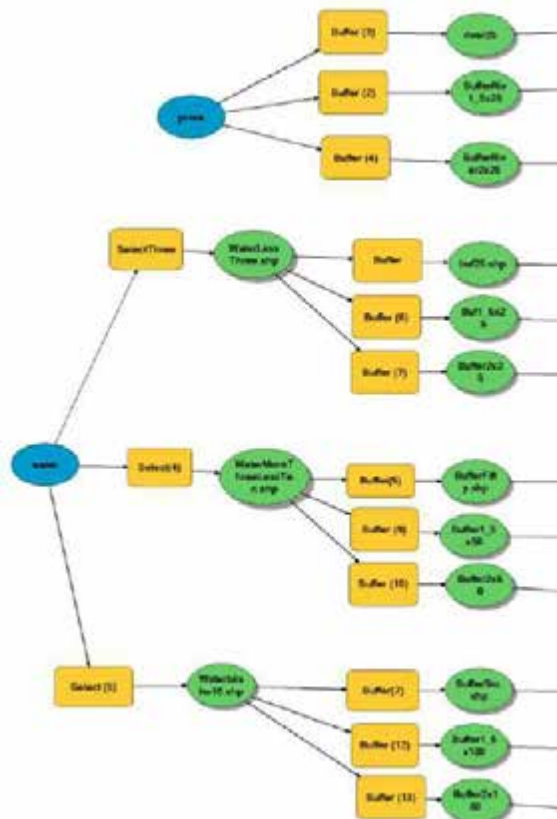


Рис. 3.25 Створення буферів для водних об'єктів

Від раніше створеного розподілу водних об'єктів за площею створюємо буфери з новими коефіцієнтами: 1; 1,5 та 2. Кожен буфер (25, 50 та 100 м) множиться на відповідний коефіцієнт. Новий буфер знадобиться аби знайти перетин з різними видами ґрунтів.

Для коефіцієнту 1 відкладаються звичайні буфери: 25, 50 та 100 м.

Для коефіцієнту 1,5

- 37 м (1,5x25) – річки та водні об'єкти площе до 3 га. Створено файли – BufferRiv1_5x25 та Buf1_5x25.
- 75 м (1,5x50) – водні об'єкти площею 3-10 га. Створено файл – Buffer1_5x50.
- 150 м (1,5x100) – водні об'єкти площею понад 10 га. Створено файл – Buffer1_5x100.

Для коефіцієнту 2:

- 50 м (2x25) – річки та водні об'єкти площе до 3 га. Створено файли – BufferRiver2x25 та Buffer2x25.
- 100 м (2x50) – водні об'єкти площею 3-10 га. Створено файл – Buffer2x50.
- 200 м (2x100) – водні об'єкти площею понад 10 га. Створено файл – Buffer2x100.



Рис. 3.26 Геометричний перетин та об'єднання

Обчислюємо геометричний перетин шарів. Об'єкти, що перетинаються будуть записані у окремий шар.

Перетин Agrosoil з такими буферами:

- LehkiKoefi1 – river25, buff25, BufferFifty та BufferSto.
- SeredniKoefi1_5 – BufferRiv1_5x25, Buf1_5x25, Buffer2x50 та Buffer1_5x100.

- VazhkiKoefi2 – BufferRiver2x25, Buffer2x25, Buffer1_2x50 та Buffer2x100.

Отримані файли, що вийшли завдяки перетину, об'єднують в один шар. Це можна зробити інструментом Merge. Отриманий файл має назву PZSAgrosoil. Він показаний на рисунку 3.27.

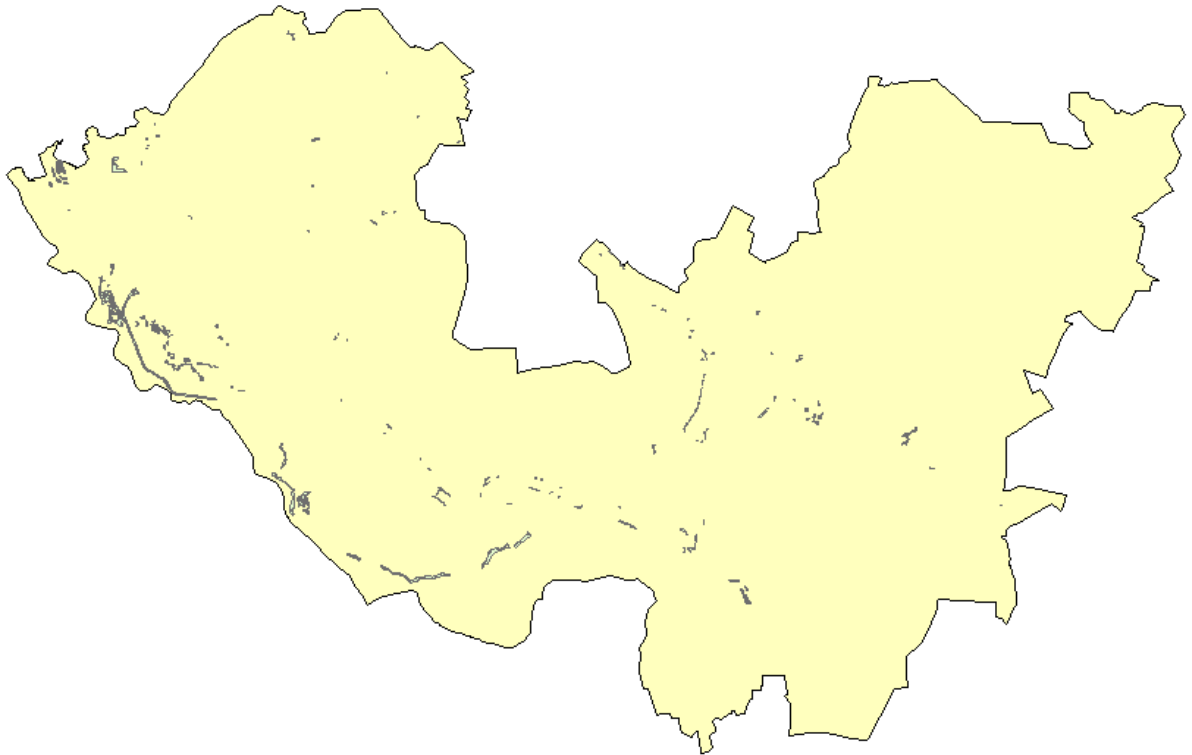


Рис. 3.27 ПЗС визначена з урахуванням коефіцієнту переходу від супіщаних до інших за механічним (гранулометричним) складом ґрунтів ($K_{ГР}$)

Усі потрібні ПЗС уже створено. Четверта модель має встановити водоохоронні зони.

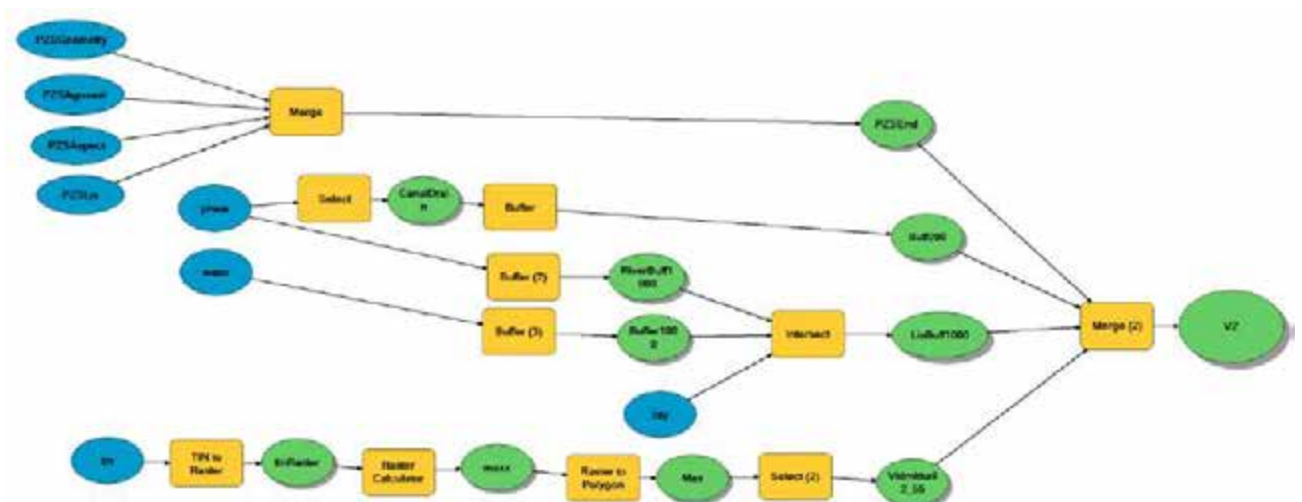


Рис. 3.28 Четверта модель – встановлення водоохоронних зон

Етапи:

1. Об'єднання ПЗС
2. Створення буферів (меліоративна система та лісові насадження)
3. Виділення максимальної відмітки рівня води
4. Об'єднання (встановлення водоохоронних зон)

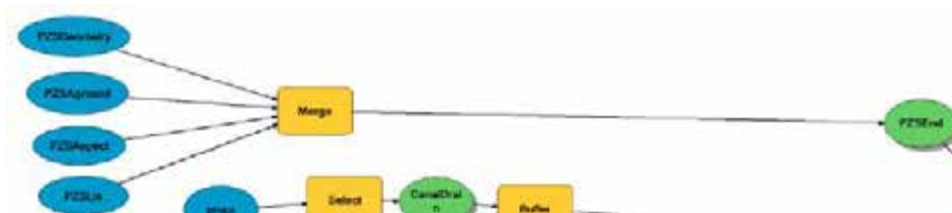


Рис. 3.28 Об'єднання, створених у трьох минулих моделях, ПЗС

У Водному кодексі згадується, що в межах ВЗ знаходяться земельні ділянки виділені під ПЗС. Можна вважати, що прибережно-захисні смуги є частиною водоохоронних зон.

Створені в попередніх моделях ПЗС (PZSGeometry, PZSAgrosoil, PZSAspect, PZSLis) треба об'єднати в один шар. Варто використати інструмент Merge. Отриманий файл має назву PZSEnd.

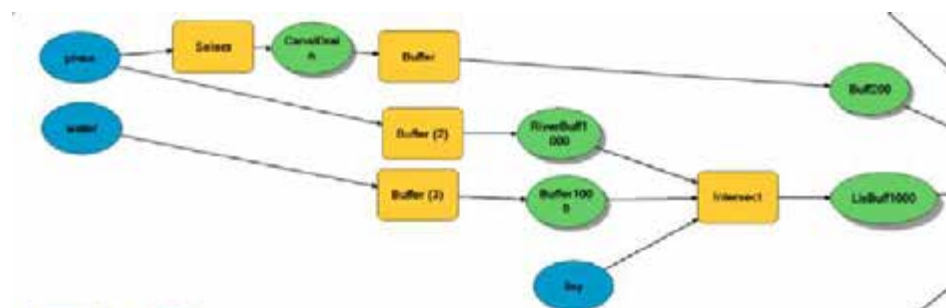


Рис. 3.29 Встановлення буферів навколо меліоративних систем та до лісових насаджень

Згідно з Порядком визначення розмірів меж ВЗ та режиму ведення господарської діяльності в них, зовнішня межа визначається найбільш віддаленою від водного об'єкта лінією усіх земель відводу на існуючих меліоративних системах не менш як 200 метрів від бровки каналів чи дамб. В даних до об'єкту є лише дві меліоративні системи Canal та Drain.

Використовуємо інструмент Select. В спливаючому вікні вводиться вираз – "fclass" LIKE 'canal' OR "fclass" LIKE 'drain'. Обрані об'єкти зберігаються в

новий шар – CanalDrain. Далі за допомогою інструменту Buffer проектуємо буфер шириною 200 метрів від новоутвореного шару.

Згідно законодавству, зовнішня межа ВЗ може визначатися найбільш віддаленої від водного об'єкта лінією лісових насаджень не менш як 1000 метрів від урізу меженного рівня води.

Для цього спершу створюється буфер 1000 м навколо водних об'єктів. А далі знаходимо перетин цього буферу з землями лісгосподарського призначення.



Рис. 3.30 Визначення зовнішньої межі ВЗ згідно максимальної відмітки рівня ВОДИ

Ще зовнішня межа ВЗ визначається по максимальній відмітці рівня води. В районі села Вишеньки ця відмітка становить 92,55 м. Для її позначення на карті спочатку конвертуємо TIN в растр. Конвертований файл ділиться на два класи за допомогою Растрового Калькулятора. Прописується вираз: "%tinRaster%" <= 92.55. В один клас ідуть значення висот, що менші або рівні 92,55. В інший клас йдуть всі інші значення. Далі конвертується створений файл в векторний формат з нього інструментом Selection обираються потрібні дані. Кінцевий файл має назву Vidmitka92_55.

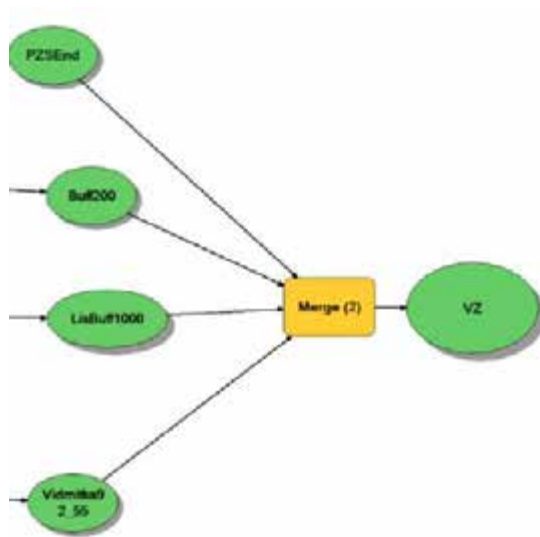


Рис. 3.31 Об'єднання створених елементів

Кінцевим етапом є об'єднання всі раніше створених шарів інструментом Merge.

Результат:

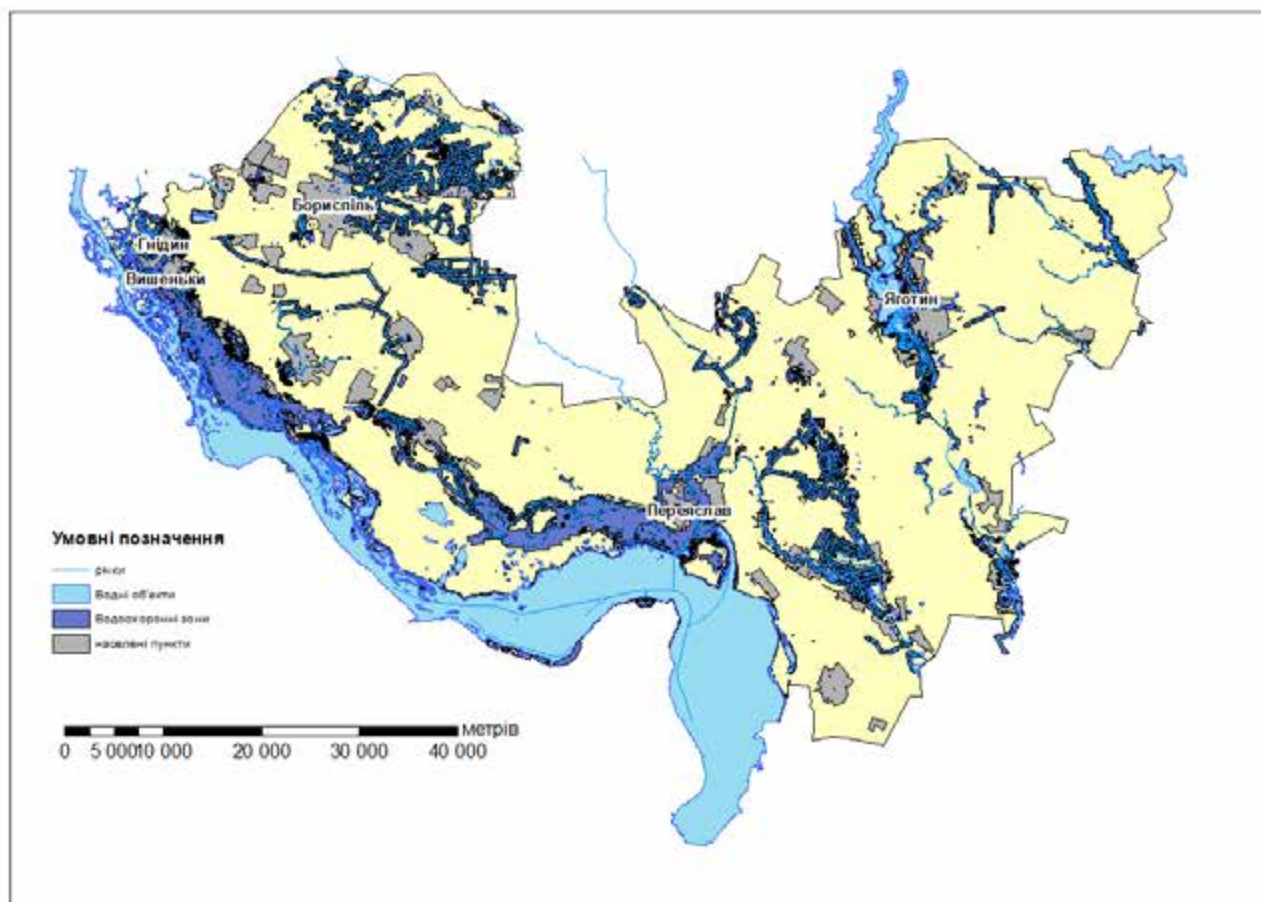


Рис. 3.32 Встановлена ВЗ

Висновки до третього розділу

В третьому розділі магістерської кваліфікаційної роботи охарактеризовано об'єкт дослідження – Бориспільський район. Було розглянуто ґрунтовий покрив, водні об'єкти та лісовий фонд, категорії земель та інші показники для об'єкту, які стали основою для визначення параметрів прибережних захисних смуг та водоохоронних зон в розроблюваній моделі.

Для визначення прибережних захисних смуг та водоохоронних зон необхідно враховувати значну кількість різномірної інформації, що було описано в цьому розділі.

Було встановлено оптимальні розміри прибережних захисних смуг за допомогою трьох моделей. Кінцева четверта модель встановила розміри для

водоохоронних зон. На тематичних картах було представлено ґрунти, ліси та розподіл земель за категоріями. Ще показано проміжний результат – прибережні захисні смуги, які є частиною ВЗ. Кінцевим результатом є тематична карта водоохоронних зон Бориспільського району, де показано водоохоронні зони разом з водними об'єктами та населеними пунктами.

ВИСНОВКИ

Моделювання водоохоронних зон є важливим аспектом створення сприятливих умов для збереження водних об'єктів. Складність в моделюванні таких зон полягає у врахуванні різнорідних даних, що можливо виконати лише з використанням сучасного геоінформаційного забезпечення.

Ця робота складається з трьох розділів, які послідовно розкривають геоінформаційне моделювання водоохоронних зон за допомогою сучасного геоінформаційного забезпечення.

Перши розділ детально аналізує існуючі наукові розробки та законодавство щодо вивчення питання моделювання водоохоронних зон, моделювання прибережної захисної смуги, як складової водоохоронної зони. На основі зібраних даних – сформовано UML-діаграму варіантів використання, що визначила перелік завдань та користувачів геоінформаційного моделювання водоохоронних зон.

В другому розділі, базуючись на матеріалах першого розділу, було розроблено такі моделі геоінформаційного моделювання водоохоронних зон:

- функціональну модель геоінформаційного моделювання водоохоронних зон,
- діаграму потоків даних,
- концептуальну модель бази геопросторових даних геоінформаційного моделювання водоохоронних зон
- логічну модель бази геоданих геоінформаційного моделювання водоохоронних зон

В цьому розділі окрім моделей подано ще й детальний опис розроблених моделей, з вказуванням елементів та їх описом.

Апробацію розроблених моделей здійснено в третьому розділі з використанням інструментів геоінформаційного аналізу.

За допомогою ModelBuilder було створено чотири моделі, три з них використано для встановлення оптимальної ширини прибережної захисної смуги, а одна – для водоохоронної зони. При побудові моделей для ПЗС враховувалися фактори: «геометричний підхід» згідно з Водним кодексом України, подвоєння ПЗС при крутизні схилу більше 3°, коефіцієнт переходу від листяного лісу до інших його видів, коефіцієнт переходу від супіщаних до інших за механічним (гранулометричним) складом ґрунтів та коефіцієнт переходу від північної експозиції схилів до інших видів. Дані коефіцієнти були взяті з роботи Сай В. «Про водоохоронні зони та прибережні захисні смуги».

Водоохоронні зони будувалися з урахуванням: прибережні захисні смуги, максимальна відмітка рівня води, зовнішня межа має бути найбільш віддаленою лінією від водних об'єктів на меліоративних системах не менш як 200 м від бровки каналів чи дамб, а від лісових насаджень не менше ніж 1000 м від меженого урізу рівня води.

Кінцевим результатом стала карта водоохоронних зон Бориспільського району, де показано водоохоронні зони разом з водними об'єктами та населеними пунктами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Водний кодекс України <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text>
2. Порядок визначення розмірів і меж водоохоронних зон та режим ведення господарської діяльності в них <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/486-96-%D0%BF#n9>
3. ГЕОІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИБЕРЕЖНОЇ ЗАХИСНОЇ СМУГИ (НА ПРИКЛАДІ КРЕМЕНЧУЦЬКОГО ВОДОСХОВИЩА) К.Т.Н. Шелковська І.М. 2014 http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/MTP_2014_53_78.pdf
4. Земельний кодекс України <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14#Text>
5. Організація водоохоронних зон в містах України: методичні проблеми та шляхи їх вирішення засобами ландшафтно-екологічного планування А. А. Клещ Ю. В. Самойлова 2019 <http://heraldchem.onu.edu.ua/index.php/1992-4224/article/view/186916>
6. Нац. юрид. ун-т ім. Ярослава Мудрого , Харків, 2016. 226 с. 6. Дубняк С. С., Дубняк С. А. Оцінка стану і проблеми законодавчого регулювання водоохоронних зон водних об'єктів України. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2005. Том 7. С.25–39.
7. Богак Л. М., Тимофеев. М. В. До питання упорядкування забудови прибережних територій в межах міських населених пунктів. Сучасне промислове та цивільне будівництво. Макіївка, 2007. №1. С. 45–51
8. Л. І. Самуйлик, ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА СТВОРЕННЯ ЗАХИСНИХ ТА ВОДООХОРОННИХ СМУГ ЛІСІВ ВЗДОВЖ БЕРЕГІВ РІЧОК УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ПАКЕТІВ ГІС-МОДЕЛЮВАННЯ 2024 СТУДЕНТСЬКИЙ ВІСНИК НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА

https://ep3.nuwm.edu.ua/30498/1/%D0%92%D0%B8%D0%BF.1%2821%292024_%D0%A1%D0%B0%D0%BC%D1%83%D0%B9%D0%BB%D0%B8%D0%BA%20%D0%9B.%D0%86._%D1%81%D1%822_%D0%A1%2077-80.pdf

9. Совгіра С. В., Гончаренко Г. Є. Упорядкування водоохоронних зон та прибережних захисних смуг 2017

<https://dspace.udpu.edu.ua/bitstream/6789/8059/1/%D0%A3%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%8F%D0%B4%D0%BA%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%BE%D1%85%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D1%85%20%D0%B7%D0%BE%D0%BD%20%D1%82%D0%B0%20%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B6%D0%BD%D0%B8%D1%85%20%D0%B7%D0%B0%D1%85%D0%B8%D1%81%D0%BD%D0%B8%D1%85%20%D1%81%D0%BC%D1%83%D0%B3.pdf>

10. Мкртчян О.С., ГЕОІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В КОНСТРУКТИВНІЙ ГЕОГРАФІЇ 2010

https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/53748583/%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA-libre.pdf?1499128265=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3D53748583.pdf&Expires=1730556495&Signature=a6zbzLtMNn3kiHzQ4Qrv28cLIZz7WsJZrgaHojrmqGgeUhzmk0ATylxGt1HitPh4A2-o06fdDVATp9BsNPpf0IYyvEMOJWwetnhu3lbGjcGAXEekZ2Ws35SSpN~5jcJOH65yvIQESgXIEPt5B4zFj-gTADO2Tz-INIM1ADbq1nEnrV6WS30eA~leIAsV3mcmJNoILQRQ8vLfH-dWyVQOrRPAkthl5NW-A3~CoC0sa~7HgftMnQlarm2LnofCxy5y6d1IprwvSNpg6l40MmFODbnOCnndjsY-aK7-2EpzkJKpBI9fGkFU9TMJodrNaFJ~k-eAs2enRdRGAVIzaXKqdsG_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

- 11.О.С. Мкртчян, П.М. Шубер ГЕОІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ЗАХІДНИХ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ 2009
http://eprints.library.odetu.edu.ua/id/eprint/5813/1/2009_%D0%97%D0%B1%D1%96%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D0%93%D0%B5%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D1%80%D1%84%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F%20%D0%9A%D0%93%D0%A3.pdf#page=104
- 12.д.т.н., професор Лященко А.А., к.т.н. Кравченко Ю.В., Горковчук Д.В. ГЕОІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ЛОКАЛЬНИХ ФАКТОРІВ НА НОРМАТИВНУ ГРОШОВУ ОЦІНКУ ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНОК В НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ 2014
<https://repository.knuba.edu.ua/server/api/core/bitstreams/20ba809e-2efd-4cb0-b89a-326c76cda29b/content>
- 13.В. М. Триснюк ГЕОІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ЗЕМЕЛЬ ВЗДОВЖ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ 2012
[https://www.kdu.edu.ua/EKB_jurnal/2012_1\(13\)/Pdf/27.pdf](https://www.kdu.edu.ua/EKB_jurnal/2012_1(13)/Pdf/27.pdf)
- 14.ДБН В 1.1-25:2009 ІНЖЕНЕРНИЙ ЗАХИСТ ТЕРИТОРІЙ ТА СПОРУД ВІД ПІДТОПЛЕННЯ ТА ЗАТОПЛЕННЯ
file:///C:/Users/123/Downloads/BN01_4299-7767-0392-3772_12b84a71ae.pdf
- 15.Ліси навколо водойм: природоохоронна цінність та особливості менеджменту / Л. М. Борсукевич, С. М. Панченко, О. О. Орлов, О. В. Кобець, Є. О. Гриник. — WWF-Україна, 2022 — с. 7-11
- 16.Правовий режим водоохоронної зони та прибережної захисної смуги / В. В. Пересоляк // Науковий вісник Ужгородського університету : Серія: Право. в2-х ч. / гол. ред. Ю.М. Бисага. – Ужгород : Ліра, 2011. – Вип. 15№Ч. 2. – С. 118–123 <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/17460>
- 17.Голян В. А., Сакаль О. В., Третяк Н. А. Упорядкування водоохоронних зон як важлива передумова охорони вод від забруднення нітратами із сільськогосподарських джерел: інституціональне забезпечення та

- ідентифікація. Агросвіт. 2015. № 23. С. 3–12.
http://www.agrosvit.info/pdf/23_2015/2.pdf
- 18.А. В. Яцик, А. І. Томільцева АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОБЛЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ МАЛИХ РІЧОК УКРАЇНИ ТА УПОРЯДКУВАННЯ ЇХ ВОДООХОРОННИХ ЗОН, Вісник КНУТД №5 2010 р. с. 47 – 51
https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/5738/1/Bul2010_N5T3_P047-051.pdf
- 19.М. Р. Ничвид МЕТОДИКА ЗД МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ І ВСТАНОВЛЕННЯ МЕЖ ТЕРИТОРІЙ ЗЕМЕЛЬ ВОДНОГО ФОНДУ ТА ВОДООХОРОННИХ ЗОН, 2017
<https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/16525/1/Nychvyd-tezy-Odesa.pdf>
- 20.Коваленко І. І. Балакірева Ю. О. ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ ПРАВОВОГО РЕЖИМУ ВОДООХОРОННИХ ЗОН ТА ПРИБЕРЕЖНИХ ЗАХИСНИХ СМУГ, 2019, <http://www.apdp.in.ua/v82/15.pdf>
- 21.Канєвська А.О. Шевченко О.І. ПУБЛІЧНА КАДАСТРОВА КАРТА ЯК ЕЛЕМЕНТ КАДАСТРОВОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ 2016
<https://er.nau.edu.ua/bitstream/NAU/56157/1/%d0%a1%d1%83%d1%87%d0%b0%d1%81%d0%bd%d1%96%20%d1%82%d0%b5%d1%85%d0%bd%d0%be%d0%bb%d0%be%d0%b3%d1%96%d1%97%20%d0%b7%d0%b5%d0%bc%d0%bb%d0%b5%d1%83%d1%81%d1%82%d1%80%d0%be%d1%8e,%20%d0%ba%d0%b0%d0%b4%d0%b0%d1%81%d1%82%d1%80%d1%83%20%d1%82%d0%b0%20%d1%83%d0%bf%d1%80%d0%b0%d0%b2%d0%bb%d1%96%d0%bd%d0%bd%d1%8f%20%d0%b7%d0%b5%d0%bc%d0%b5%d0%bb%d1%8c%d0%bd%d0%b8%d0%bc%d0%b8%20%d1%80%d0%b5%d1%81%d1%83%d1%80%d1%81%d0%b0%d0%bc%d0%b8%202016.pdf#page=45>
- 22.Бориспільська районна рада: веб-сайт. URL: <https://boryspil.rayrada.org.ua/>

23. Види та типи ґрунтів: їх основні властивості. EOS DATA ANALYTICS : веб-сайт. URL: <https://eos.com/uk/blog/vydy-ta-typy-gruntiv/>
24. Лісовий кодекс України <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3852-12#Text>
25. Один-до-багатьох. Wikipedia: веб-сайт. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B4%D0%B8%D0%BD-%D0%B4%D0%BE-%D0%B1%D0%B0%D0%B3%D0%B0%D1%82%D1%8C%D0%BE%D1%85>
26. Один-до-одного. Wikipedia: веб-сайт. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B4%D0%B8%D0%BD-%D0%B4%D0%BE-%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE>
27. Багато-до-багатьох. Wikipedia: веб-сайт. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D0%B3%D0%B0%D1%82%D0%BE-%D0%B4%D0%BE-%D0%B1%D0%B0%D0%B3%D0%B0%D1%82%D1%8C%D0%BE%D1%85>
28. OpenStreerMap Україна : веб-сайт. URL <https://openstreetmap.org.ua/>
29. Агрохімічне обстеження сайт «Інститут охорони ґрунтів України» <https://www.iogu.gov.ua/link/square/1/square1.html>
30. «Creating the Conceptual and Logical Model of a Journal Database», György Hampel, 2022 <https://doi.org/10.14232/analecta.2022.1.110-121>
31. R. T. Watson, The Essential Skills of Data Modeling, Journal of Information Systems Education, 17 (1) (2006), pp.39-41. <https://aisel.aisnet.org/jise/vol17/iss1/7/>
32. L. Tímár, K. Vígh, J. Tátrai, J. Szigeti, Á. Vathy, É. Telekesi, I. Vass, T. Kocsis, R. Zs. Priskinné, M. Erdélyiné, Építsünk könnyen és lassan adatmodellt! Veszprémi Egyetem & Műszertechnika-Veszprém Kft., Veszprém, 1997

33. What Is a Logical Data Model? GoodData: веб-сайт. URL: <https://www.gooddata.com/blog/how-build-logical-data-models-scale-analytical-applications/>
34. Shapefile. Wikipedia: веб-сайт. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Shapefile>
35. Шейп-файл. ASPOSE: веб-сайт. URL: <https://products.aspose.com/gis/uk/net/gis-formats/shapefile/>
36. Функціональна модель. Stud.com.ua : веб-сайт. URL: https://stud.com.ua/87193/ekonomika/funktsionalna_model_function_tree
37. SRTM. EARTHDATA: веб-сайт. URL: <https://www.earthdata.nasa.gov/data/instruments/srtm>
38. Бориспільський район. Wikipedia: веб-сайт. URL: https://uk.m.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%81%D0%BF%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D0%B0%D0%B9%D0%BE%D0%BD
39. Канівське водосховище. Wikipedia: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BD%D1%96%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B5_%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D1%81%D1%85%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%89%D0%B5