

Міністерство освіти і науки України  
Чернівецький національний університет  
імені Юрія Федьковича  
Географічний факультет  
Кафедра геодезії, картографії та управління територіями

# ОРГАНІЗАЦІЯ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ШТУЧНИХ ВОДОЙМ ЗАСОБАМИ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ

Дипломна робота  
Рівень вищої освіти - другий (магістерський)

Виконала:  
студентка VI курсу, групи 607  
спеціальності  
193 "Геодезія та землеустрій"  
(назва спеціальності)

Федащук Мар'яна Романівна  
(прізвище, ім'я та по-батькові)

Керівники  
к.геогр.н., доцент А. А. Мельник  
зав. картографо-геодезичної  
лабораторії М.П. Ранський

---

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

До захисту допущено:

протокол засідання кафедри № \_\_\_\_

від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 р.

зав. кафедри \_\_\_\_\_ проф. Сухий П.О.

Чернівці – 2021

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,.... **Ошибка! Закладка не определена.**

СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

ВСТУП..... **Ошибка! Закладка не определена.**

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ ПРО ШТУЧНІ ВОДОЙМИ ТА ЇХ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

1.1. Підходи до визначення поняття «штучна водойма»..... **Ошибка! Закладка не определена.**

1.2. Законодавче забезпечення топографо-геодезичних робіт ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

1.2.2. Етапність проекту землеустрою..... **Ошибка! Закладка не определена.**

1.2.3. Державна реєстрація та облік земель водного фонду ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

1.3. Сучасні технології моделювання гідрографічних об'єктів ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

Висновки до розділу 1 ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТНИХ РОБІТ  
..... **Ошибка! Закладка не определена.**

2.1. Географічна характеристика природних умов району проведення робіт ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

2.2. Джерела вихідних даних ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

2.3. Загальні відомості про ГІС-засоби для проведення дослідження . **Ошибка! Закладка не определена.**

2.4. Прийоми роботи в ГІС..... **Ошибка! Закладка не определена.**

2.4.1. Створення цифрової моделі рельєфу району робіт..... **Ошибка! Закладка не определена.**

2.4.2. Моделювання водозбірної площі ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

2.4.3. Визначення мовірногорівня водного дзеркала ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

2.4.4. Кадастрове зонування обмежень щодо використання ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

2.4.5. Підготовка даних для перенесення проекту в натуру..... **Ошибка! Закладка не определена.**

Висновки до розділу 2 ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

РОЗДІЛ 3. ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНІ РОБОТИ ПРИ ПЕРЕНЕСЕННІ ПРОЕКТУ ШТУЧНОЇ ВОДОЙМИ НА МІСЦЕВІСТЬ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

3.1. Попередній гідрологічний аналіз території..... **Ошибка! Закладка не определена.**

3.2. Аналітичне дешифрування для гідрологічно-коректного моделювання території .....	Ошибка! Закладка не определена.
3.3. Перенесення проекту в натуру та закріплення його на місцевості.....	Ошибка! Закладка не определена.
3.4. Обґрунтування техніко-економічних показників штучної водойми .....	Ошибка! Закладка не определена.
3.5. Розрахунок балансу земляних робіт.....	Ошибка! Закладка не определена.
Висновки до розділу 3 .....	Ошибка! Закладка не определена.
ВИСНОВКИ.....	Ошибка! Закладка не определена.
ДОДАТКИ.....	Ошибка! Закладка не определена.
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	Ошибка! Закладка не определена.

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

DEM– з англ. Digital Elevation Model

DSM – з англ. Digital Surface Model

DTM – з англ. Digital Terrain Model

ESRI – з англ. Environmental Systems Research Institute

GPS – з англ. Global Positioning System

GRASS – з англ. Geographic Resources Analysis Support System

ILWIS – з англ. Integrated Land and Water Information System

SAGA – з англ. System for Automated Geoscientific Analyses

SRTM – з англ. Shuttle Radar Topography Mission

TIN– з англ. Triangular Irregular Network

XML– з англ. Extensible Markup Language

АТУ – адміністративно-територіальний устрій України

ГЕС – гідроелектростанція

ГІС – геоінформаційна система

ДБН – державні будівельні норми

ДГМ – державна геодезична мережа

ДЗК – державний земельний кадастр

ЗУ – закон України

КМУ – Кабінет Міністрів України

КОАТУУ – класифікатор об'єктів адміністративно-територіального  
устрою України

НІГД – Національна інфраструктура геопросторових даних

ОТГ – об'єднана територіальна громада

СКП – середня квадратична помилка

ЦММ – цифрова модель місцевості

ЦМР – цифрова модель рельєфу

## ВСТУП

**Актуальність теми дослідження.** Пошук шляхів раціонального використання малопродуктивних сільськогосподарських угідь із перезволоженим режимом. Організація штучних водойм за сприятливих умов рельєфу спроможна задовольнити комплексне використання за різними напрямками – риборозведення, рекреація, захист територій від підтоплення та пожеж і т. ін. В фаховій літературі означеній тематиці практично не відведено належної уваги. Аналогічна ситуація і на законодавчому рівні. Все це, обумовлює пошук шляхів організації штучних водойм з використанням ГІС-технологій та реалізацію проектних рішень на законодавчому рівні.

**Об'єкт дослідження:** інженерно-геодезичні вишукування при гідротехнічному будівництві

**Предмет дослідження:** проектування штучної водойми засобами ГІС-технологій.

**Мета дослідження** полягає в аналізі технології проектування штучної водойми засобами ГІС-технологій. Для досягнення мети було поставлено та розв'язано **завдання дослідження:**

- з'ясувати термінологічний та понятійний апарат пов'язаний із штучними водоймами;
- проаналізувати чинне законодавче забезпечення у сфері топографо-геодезичної діяльності;
- ознайомитися із змістом, структурою та особливостями проектів відведення земельних ділянок для створення штучних водойм;
- обґрунтувати джерела вихідних даних та виявити відповідне програмне забезпечення для їх геопросторової обробки;
- змодельовати водозбірну площу штучної водойми та запроектувати геометрію її дзеркала;

- виконати кадастрове зонування обмежень щодо використання.
- організувати перенесення проектних відміток в натуру та закріплення їх на місцевості.

**Методологія та методи дослідження.** Дослідження виконано на основі загальнотеоретичних положень картографії та геоінформаційного картографування, висунутих у працях О. М. Берлянта, О. В. Кошкарьова, В. С. Тікунова, О. О. Світличного, а також інших авторів. Аналіз сучасної літератури переконує про численні переваги впровадження вищезазначених технологій в різні сфери діяльності.

Вирішення поставлених завдань забезпечувалося використанням цілого комплексу методів дослідження, зокрема: *монографічний та визначення* (на етапі з'ясування термінологічного та понятійного апарату дослідження); *систематизації* (на етапі обробки нормативно-правових документів); *структурно-графічний* (визначення етапності та ієрархічної організації землевпорядних робіт); *ГІС-картографування* (під час підготовки вихідних геоданих); *моделювання та аналізу* (при цифровому моделюванні рельєфу та варіантів водозбірних площ); *вимірювання та спостереження* (на етапі виконання розрахунків елементів розмічувальних робіт).

**Наукова новизна.** Вперше розглянуто весь процес проектування штучної водойми із використанням ГІС-технологій на основі відкритих геопросторових даних, а також організацію топографо-геодезичних робіт по перенесенню її в натуру (на місцевість).

**Прикладне значення одержаних результатів.** Прикладне значення одержаних результатів. Зміна цільового призначення земельної ділянки, а також збільшення шляхів її використання сприятимуть зростанню показника нормативної грошової оцінки. Як наслідок, капітальні вкладення в облаштування території сприятимуть не тільки збільшенню надходжень від господарської діяльності, але й збільшенню земельного

податку (плати за земельну ділянку). Об'єкт стане більш привабливим елементом ландшафту, а також у випадку надзвичайних ситуація зможе виконувати ряд додаткових функцій (наприклад протипожежної водойми).

**Апробація результатів дослідження.** Основні положення та результати доповідалися на студентській науковій конференції кафедри геодезії, картографії та управління територіями (2021) та IV Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених «Гідротехнічне будівництво: минуле, сьогодення, майбутнє» (2021).

**Публікації.** За результатами дослідження опубліковано 2 тези.

**Структура та обсяг роботи.** Дипломна робота викладена на 87 сторінках формату А4 та містить 48 рисунків і 6 таблиць. Перелік літератури включає використані джерела ( 52 найменування).

# РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ ПРО ШТУЧНІ ВОДОЙМИ ТА ЇХ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

## 1.1. Підходи до визначення поняття «штучна водойма»

Штучна водойма – штучне заглиблення в земній поверхні, у якому нагромаджується і затримується вода; безстічний або зі сповільненим стоком поверхневий водний об'єкт [39].

Розрізняють три види штучних водойм:

1. Водосховище – штучна водойма (озеро), створена за допомогою греблі (рис. 1) з метою регулювання стоку, роботи ГЕС чи з іншої господарської потреби [46].



Рис. 1. Водосховище

Водосховища поділяються на 2 типи: озерні й річкові. Для водоймищ озерного типу характерне формування водних мас, істотно відмінних за своїми фізичними властивостями, хімічним складом та мінералізацією від води приток. Течії в цих водосховищах переважно обумовлюються вітрами.

Водосховища річкового (руслового) типу мають витягнуту форму, течії в них зазвичай стокові; водні маси за своїми характеристиками близькі до річкових вод [46].





2. Ставок – штучна водойма для зберігання води з метою водопостачання, зрошення, розведення риби (ставкове рибне господарство) і водоплавної птиці, а також для санітарних і спортивних потреб (рис. 2) [47].



Рис. 2. Ставок

Стави викопують або створюють, будуючи на невеличких річках і в природних улоговинах (балках і т.ін.) греблі. Відповідно до ст. 1 Водного кодексу України ставком вважається штучно створена водойма місткістю не більше 1 млн м<sup>3</sup> (понад 1 млн м<sup>3</sup> – водосховище). Ставки наповнюються водою завдяки поверхневому та підземному стокам [47].

3. Канал (водний канал, наземний водовід) – гідротехнічна споруда (рис. 3) у вигляді відкритого штучного русла з безнапірним рухом води. Канал може проходити у відкритій виїмці або в насипах (дамбах), іноді в напіввиїмці-напівнасипу. Створюється зазвичай у ґрунті для дренажу, іригації, водопостачання, навігації, гідрорегуляції та інших цілей [30].



Рис. 3. Водний канал

За призначенням розрізняють канали: енергетичні (дериваційні), судноплавні, зрошувальні (іригаційні), обводнювальні, водопровідні, осушувальні, лісосплавні, рибоводні, комплексного призначення.

## 1.2. Законодавче забезпечення топографо-геодезичних робіт

Топографо-геодезична та картографічна діяльність значною мірою визначає довгостроковий економічний розвиток держави і забезпечує підвищення рівня управління економікою та науково-технологічного потенціалу інших галузей. Її імплементація відбувається на основі ЗУ «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність», нормативно-правовими та нормативно-технічними актами КМУ, центральних органів виконавчої влади з топографо-геодезичної та картографічної діяльності.

Основним нормативним документом в цій сфері є ЗУ «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність».

Ст. 1 Закону вказує, що державна геодезична мережа – це мережа геодезичних пунктів, що забезпечує поширення координат на територію держави і є вихідною для створення інших геодезичних мереж. Постановою КМУ від 8 червня 1998 р. № 844 «Про затвердження основних положень створення Державної геодезичної мережі України» зазначено, що складовими частинами ДГМ є планова і висотна геодезичні мережі, пункти яких повинні бути суміщені або мати між собою надійний геодезичний зв'язок.

Планова геодезична мережа складається з:

- астрономо-геодезичної мережі 1 класу;
- геодезичної мережі 2 класу;
- геодезичної мережі згущення 3 класу.

Висотна геодезична мережа складається з:

- нівелірної мережі I та II класів;
- нівелірної мережі III та IV класів.

У ст. 1 Закону наведені нижче терміни вживаються в такому значенні: топографо-геодезична і картографічна діяльність – наукова, виробнича і

управлінська діяльність, спрямована на визначення параметрів фігури, гравітаційного поля Землі, координат точок земної поверхні та їх змін у часі, створення і використання державної геодезичної і гравіметричної мережі України, мережі постійно діючих станцій супутникового спостереження, топографічних, тематичних карт (планів), створення та оновлення картографічної основи для державних кадастрів, банків (баз) геопросторових даних та ГІС; топографо-геодезичні та картографічні роботи процесу створення геодезичних, топографічних і картографічних матеріалів, даних, топографо-геодезичної та картографічної продукції.

Відповідно до ст. 4 Закону Об'єктами топографо-геодезичної і картографічної діяльності є: територія України, в тому числі водні об'єкти, міста та інші населені пункти, системи промислових, гідротехнічних та інших інженерних споруд і комунікацій, континентальний шельф і виключна (морська) економічна зона України [5].

У ст. 5 Закону зазначається щодо суб'єктами топографо-геодезичної і картографічної діяльності є:

- КМУ;
- Міністерство оборони України та його спеціальні підрозділи;
- Інші центральні та місцеві органи виконавчої влади [5].

Ст. 10 Закону вказує, що під час здійснення топографо-геодезичних, картографічних робіт повинні забезпечуватися:

- Додержання вимог стандартів та нормативно-технічної документації;
- Впровадження прогресивних технологій і методів організації топографо-геодезичного і картографічного виробництва;
- розроблення, впровадження та організація програмного, технологічного, технічного забезпечення ефективного використання цифрових карт і ГІС;

- виконання робіт методами і способами, безпечними для життя і здоров'я людей, стану довкілля та об'єктів, що мають історико-культурну цінність;
- графічне зображення на картах державних кордонів України та меж АТУ, а також кордонів із земних держав та інших політико-адміністративних і географічних елементів;
- зберігання та облік топографо-геодезичних, картографічних, аерозйомочних і космічних матеріалів;
- систематичний аналіз державної астрономо-геодезичної основи на території України та відповідності картографічних матеріалів сучасному стану місцевості;
- виконання топографічних, картографічних, кадастрових зйомок та оновлення карт і планів, зйомок континентального шельфу та водних об'єктів в єдиній системі координат і висот.

Ще до початку 2011 р. проведення топографо-геодезичних та картографічних робіт вимагало ліцензування таких робіт, що мало на меті забезпечити їх якість. Ліцензійні умови встановлювали кваліфікаційні, організаційні, технологічні та інші вимоги до провадження господарської діяльності з виконання топографо-геодезичних, картографічних робіт. На сьогодні питання ліцензування окремих юридичних осіб замінено на сертифікацію окремих фахівців із видачею відповідних сертифікатів та внесенням до єдиного реєстру сертифікованих осіб в даній галузі. Суб'єктами топографо-геодезичної і картографічної діяльності, відповідно до ст. 5 ЗУ «Про топографо-геодезичну та картографічну діяльність» є юридичні та фізичні особи, які володіють необхідним технічним та технологічним забезпеченням та у складі яких за основним місцем роботи є сертифікований інженер-геодезист, що є відповідальним за якість результатів топографо-геодезичних і картографічних робіт [20].

### 1.2.1. Процедура відведення земельних ділянок для створення штучних водойм

Відносини зі створення та використання штучних водних об'єктів регулюються земельним, водним, гірничим та екологічним правом. Земельно-правові норми регулюють відносини щодо користування земельними ділянками при створенні та використанні всіх штучних водних об'єктів. Дія водного законодавства поширюється на відносини зі створення та використання штучних водних об'єктів, які є складовою водного фонду країни, а гірничого законодавства – на відносини зі створення штучних водних об'єктів, які наповнюються підземними водами. У разі негативного впливу на довкілля при створенні та використанні штучних водних об'єктів застосовуються норми екологічного законодавства. Взаємодіючи між собою, галузі права забезпечують комплексне правове регулювання створення та використання штучних водних об'єктів на приватних ділянках.

Відповідно до п. 2 ст. 59 Земельного кодексу України передбачено, що власники на своїх ділянках можуть у встановленому порядку створювати (рис. 4) штучні водойми [39].

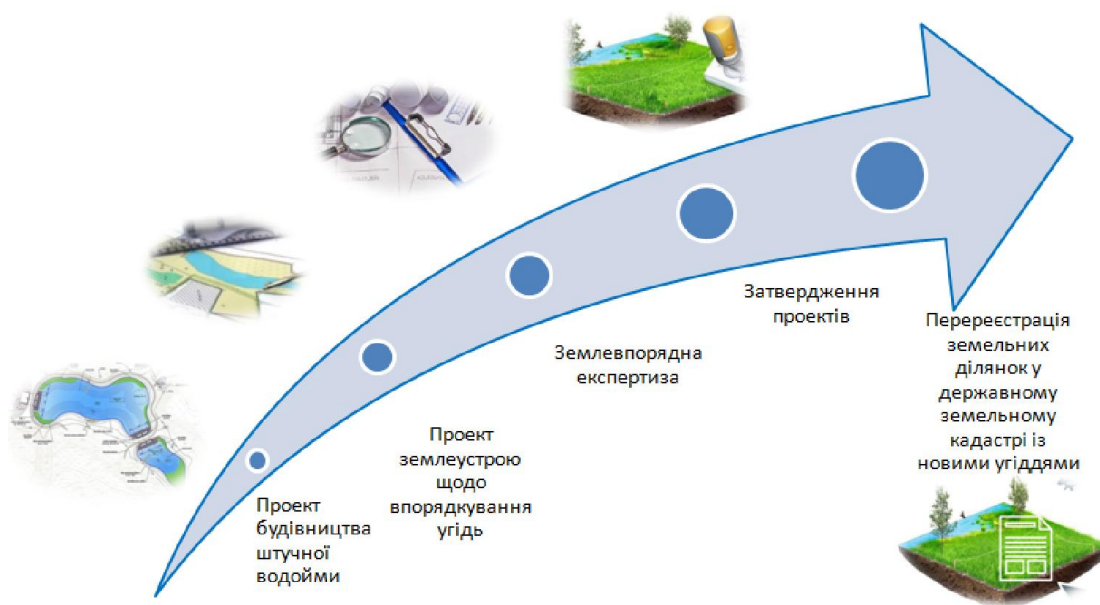


Рис. 4. Практична реалізація на законодавчому рівні

Як свідчить практика, є простіший спосіб вирішення цього питання. Це стосується осіб, у яких є в приватній власності земельні ділянки за цільовим призначенням для особистого селянського господарства. В такому випадку, особа замовляє проект на створення штучної водойми (ставка) в проектній організації, який затверджується замовником. Після цього, власник землі набуває право на створення штучної водойми (ставка). Згідно із ч.6 ст.31 ЗУ «Про регулювання містобудівної діяльності» така проектна документація на будівництво об'єктів не потребує погодження державними органами, органами місцевого самоврядування, їх посадовими особами, юридичними особами, утвореними такими органами. Тобто, якщо є земельна ділянка для особистого селянського господарства у власності, то проектна документація на будівництво ставка виготовляється без погодження [39].

При цьому необхідно знати щодо наявних обмежень. Так, згідно ст. 59, 82 Земельного кодексу України з метою збереження гідрологічного, гідробіологічного та санітарного стану річок забороняється споруджувати в їх басейні водосховища і ставки загальним обсягом, що перевищує обсяг стоку даної річки в розрахунковий маловодний рік, який спостерігається один раз у 20 років. Створення на річках та у їх басейнах штучних водойм та водопідпірних споруд, що впливають на природний стік поверхневих і стан підземних вод, допускається лише з дозволу місцевих Рад за погодженням з державними органами водного господарства, охорони навколишнього природного середовища та геології.

Створення штучних водних об'єктів на приватних земельних ділянках включає:

- попереднє погодження створення штучного водного об'єкту територіальними органами Держгеокадастру, Держводагентства та Держгеонадр, у разі розташування ділянки у населеному пункті – територіальними органами Мінрегіонбуду, на землях оздоровчого або

рекреаційного призначення – територіальними органами Держсанепідслужби, а на землях лісогосподарського призначення – територіальними органами Держлісагентства;

- погодження розробленого проекту будівництва штучного водного об'єкту тими ж органами влади;

- здійснення екологічної експертизи проекту будівництва штучного водного об'єкту територіальними органами Мінприроди після проведення його громадського обговорення та опрацювання організацією, яка його виготовила, зауважень та пропозицій громадськості;

- надання місцевою радою дозволу на створення штучного водного об'єкту в межах приватної земельної ділянки.

Створення на річках та в їхніх басейнах штучних водойм та водопідпірних споруд, що впливають на природний стік поверхневих і стан підземних вод, допускається лише з дозволу місцевих рад (ст. 82 ВК України). Такий дозвіл повинен погоджуватися з обласними, міськими держадміністраціями. При видачі дозволу ці органи вивчають інформацію, що міститься в Державному земельному кадастрі, зокрема про наявність суміжних сформованих земельних ділянок, установлені обмеження їх використання, сервітути, цільове призначення і т. ін. Така інформація може вплинути на рішення щодо можливості та обґрунтованості створення штучної водойми в певному місці. Крім того, передбачається, що при цьому необхідно проаналізувати та спрогнозувати, чи не призведе відповідна діяльність до порушення прав суміжних землевласників (землекористувачів) в частині правомірного використання їхніх ділянок за цільовим призначенням.

Таким чином, отримання дозволу може мати місце лише на підставі результатів досліджень, проведених у рамках проекту будівництва штучного водного об'єкту [1].



### **1.2.2. Етапність проекту землеустрою**

Відповідно до положень ст. 50 ЗУ «Про землеустрій» проект відведення земельної ділянки обов'язково складається, зокрема у випадку формування нових земельних ділянок (в тому числі приватизація чи оренда земельної ділянки) [42].

Проект відведення земельної ділянки є однією із важливих стадій порядку оформлення права власності на земельну ділянку.

Послідовність відведення земельної ділянки складається із етапів:

*1. Отримання дозволу на розробку проекту відведення земельної ділянки.*

Для отримання дозволу на розробку проекту відведення земельної ділянки у власність необхідно звернутись з клопотанням (заявою) до місцевої ОТГ (об'єднаної територіальної громади), на території якої розташована земельна ділянка.

При цьому, до клопотання необхідно також додати:

- вичкопювання із затвердженого генерального плану населеного пункту або детального плану території (є загальнодоступним та надається відповідною місцевою радою на запит зацікавлених осіб);
- графічні матеріали бажаного місця розташування земельної ділянки;
- копію паспорту;
- копію ідентифікаційного номера.

Місцева рада депутатів ОТГ зобов'язана протягом місяця розглянути заяву та прийняти рішення про надання дозволу на розробку проекту відведення земельної ділянки.

## *2. Виготовлення проекту відведення земельної ділянки.*

Після отримання рішення з дозволом на виготовлення проекту відведення земельної ділянки, необхідно звернутись до відповідної землевпорядної організації, в штаті якої працюють сертифіковані інженери-землевпорядники, інженери-геодезисти з метою розробки проекту землеустрою та реєстрації ділянки в Державному земельному кадастрі.

Щодо погодження проекту відведення. В травні 2021 р. набрали чинності зміни до земельного законодавства, відповідно до яких проект відведення земельної ділянки погоджується тільки в окремих, передбачених законом, випадках. Наприклад, при відведенні земель лісогосподарського призначення та водного фонду.

Для загальнопоширених цільових призначень (будівництво і обслуговування житлового будинку, ведення садівництва, ведення особистого селянського господарства і т. ін.) погодження не передбачено.

## *3. Реєстрація земельної ділянки в кадастрі (ДЗК).*

Реєстрація права власності на земельну ділянку проходить в два етапи:

- реєстрація безпосередньо земельної ділянки в Державному земельному кадастрі (ДЗК) як об'єкту цивільних прав;
- реєстрація права власності на земельну ділянку в Державному реєстрі речових прав на нерухоме майно.

Реєстрація земельної ділянки в земельному кадастрі (ДЗК) здійснюється землевпорядною організацією, яка подає державному кадастровому реєстратору наступні документи:

- заяву встановленого зразка;
- проект землеустрою щодо відведення земельної ділянки;
- спеціальний електронний обмінний файл (XML-файл).

В результаті реєстрації земельної ділянки у ДЗК, державний кадастровий реєстратор присвоює земельній ділянці кадастровий номер. Після отримання кадастрового номера формується відповідний витяг із кадастру (ДЗК), який в подальшому буде одним з необхідних документів для реєстрації права власності на земельну ділянку.

#### *4. Затвердження проекту відведення земельної ділянки.*

Для затвердження проекту відведення земельної ділянки, необхідно звернутись до тієї ж ОТГ, яка надавала дозвіл на розробку проекту землеустрою та отримати рішення про затвердження проекту землеустрою. Вказана рада приймає рішення про затвердження проекту.

#### *5. Реєстрація права власності на земельну ділянку в державному реєстрі речових прав на нерухоме майно.*

Для реєстрації права на земельну ділянку та отримання витягу про реєстрацію права власності, необхідно звернутись в центр надання адміністративних послуг при ОТГ. Для реєстрації права власності на земельну ділянку реєстратору нерухомого майна треба подати наступний пакет документів:

- оригінал рішення ради депутатів ОТГ про затвердження проекту землеустрою;
- оригінал витягу з ДЗК про реєстрацію земельної ділянки;
- копія паспорту;
- копія ідентифікаційного номеру;
- квитанції про оплату послуг реєстрації.

В результаті реєстрації, державним реєстратором видається витяг з Державного реєстру речових прав на нерухоме майно, який підтверджує реєстрацію права власності на земельну ділянку [42].

### **1.2.3. Державна реєстрація та облік земель водного фонду**

Державна реєстрація земельної ділянки [38] – це внесення до Державного земельного кадастру передбачених ЗУ «Про Державний земельний кадастр» відомостей про формування земельної ділянки та присвоєння їй кадастрового номера.

Державний земельний кадастр [38] – єдина державна геоінформаційна система відомостей про землі, розташовані в межах державного кордону України, їх цільове призначення, обмеження у їх використанні, а також дані про кількісну і якісну характеристику земель, їх оцінку, про розподіл земель між власниками і користувачами.

Відповідно до ст. 51 Водного кодексу України водні об'єкти надаються у користування за договором оренди земель водного фонду на земельних торгах у комплексі із земельною ділянкою, органами, що здійснюють розпорядження земельними ділянками під водою (водним простором) згідно з повноваженнями, визначеними Земельним кодексом України, відповідно до договору оренди, погодженого з центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері водного господарства .

Земельним кодексом України (ст. 116 та ст. 125) встановлено, що набуття права на землю громадянами та юридичними особами здійснюється шляхом передачі земельних ділянок у власність або надання їх у користування, при цьому, право власності на земельну ділянку, а також право постійного користування та право оренди земельної ділянки виникають з моменту державної реєстрації цих прав [9].

Проведення державної реєстрації земельної ділянки в Державному земельному кадастрі (територіальний відділ Держземагентства у районі за місцезнаходженням земельної ділянки під водним об'єктом) здійснюється до 14 робочих днів.

Для державної реєстрації земельної ділянки Державному кадастровому реєстраторові, який здійснює таку реєстрацію, подаються:

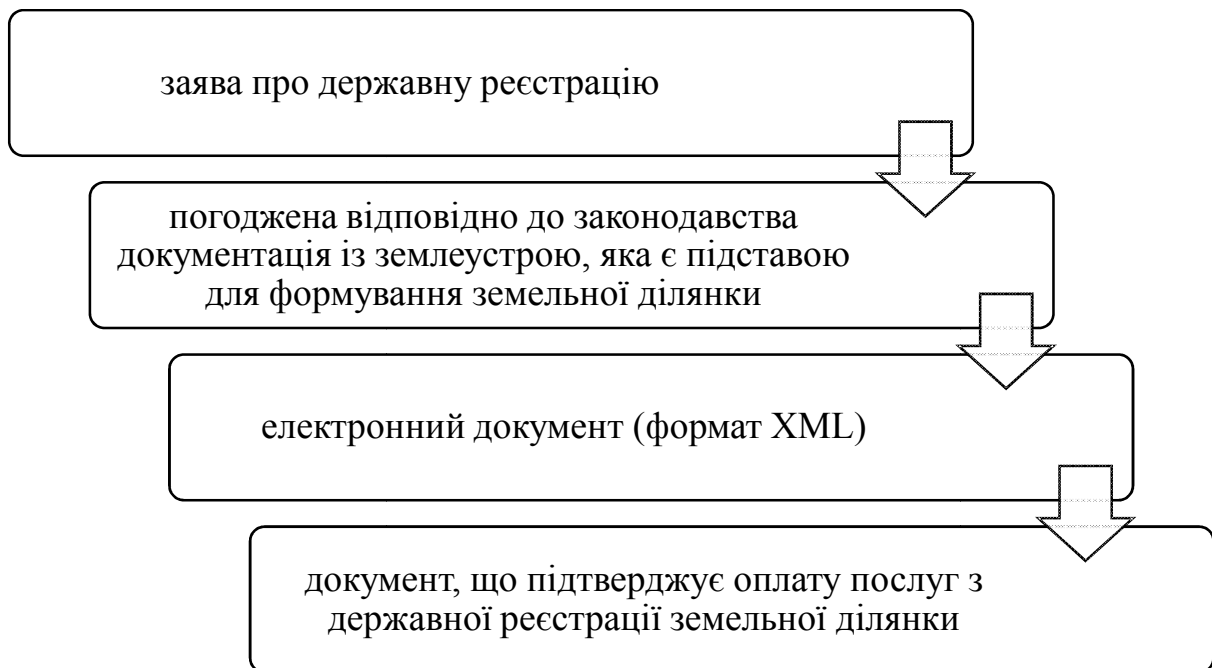


Рис. 5. Матеріали для здійснення державної реєстрації земельної ділянки

На даний час законодавством встановлений перелік необхідних правостановлюючих документів для укладання орендних відносин на водні об'єкти та введено в дію достатньо законів та підзаконних актів.

Будь-які дії, які свідчать про фактичне використання земельної ділянки за відсутності відповідного рішення органу виконавчої влади чи органу місцевого самоврядування про її передачу у власність або надання у користування (оренду) відповідно до ст. 1 ЗУ «Про державний контроль за використанням та охороною земель» визначаються як самовільне зайняття земельної ділянки.

Без належного оформлення права власності, права користування чи оренди, та їх державної реєстрації будь-яке використання землі вважається самовільним зайняттям земельної ділянки.

За самовільне зайняття земельної ділянки встановлені адміністративна та кримінальна відповідальність [52].

### 1.3. Сучасні технології моделювання гідрографічних об'єктів

Використання [24] програмних продуктів ГІС дає можливість у картографічному вигляді відображати дані спостережень та результати аналізу даних, моделювати технологічні та природні процеси тощо.

Слід також зазначити, що поряд з програмними засобами, що розповсюджуються на комерційній основі, є засоби з відкритим вихідним кодом, що є більш використовуваними завдяки як можливості використання вже готового рішення, так і розширення можливостей відповідно до поставленого завдання.

Розглянемо найбільш відомі програмні засоби, що забезпечують роботу з гідрологічними даними.

*SAGA (System for Automated Geoscientific Analyses)* – переважними сторонами даної системи є наявність блоків для проведення розрахунків форм поверхні, освітлення, міграції речовин та енергії, а також наявність можливостей гідрологічного аналізу. В програмній системі наявні бібліотеки геостатистичного аналізу, наприклад, *Geostatistics-Regression* для оцінювання взаємозв'язків з використанням регресійного аналізу, а також для гідрологічного моделювання – бібліотека *Simulation-Hydrology*, яка надає можливості симуляції поверхневого стоку, оцінки складу ґрунтової вологи, вивчення особливостей перерозподілу стоку в невеликих басейнах.

Аналогами *SAGA* вважаються системи *GRASS* та *ILWIS*, оскільки саме вони вміщують більшість алгоритмів та функціональних можливостей просторового аналізу.

*GRASS (Geographic Resources Analysis Support System)* – підтримує велику кількість форматів даних. Основними можливостями є управління даними, обробка зображень, аналітична та картографічна візуалізація, просторове моделювання. Має можливості гідрологічного аналізу, а для

проведення геостатистичного аналізу можливе використання мови програмування R. Мови програмування для розширення можливостей – Shell, Bash, Python, Perl.

*ILWIS* (IntegratedLandandWaterInformationSystem) має дуже потужні модулі растрового аналізу, інструменти класифікації, може поєднувати різні джерела даних, має можливості геостатистичного аналізу з використанням кригінгу для поліпшення результатів інтерполяції, розширені можливості моделювання та аналізу просторових даних, а також можливості інтерактивної візуалізації просторових часових даних. Мови програмування для розширення можливостей – власна скриптова мова ILWIS.

В *ILWIS* не підтримується робота з базами даних та відсутні можливості читання або створення табличних даних, тобто система працює з растровими зображеннями та векторними даними, що дещо звужує можливості даної системи при вирішенні гідрологічних задач. Суттєвим недоліком, на думку авторів, є також застосування власної мови програмування ILWIS ScriptingLanguage.

*QGIS* (QuantumGIS) – кросплатформна ГІС. QGIS пропонує розширені можливості створення, перегляду та редагування карт, дослідження просторових геоданих, створення та редагування shape-файлів та векторних шарів GRASS, обробку шарів PostGIS, візуалізацію та редагування даних OpenStreetMap, використання інструментів аналізу, геопроектингу, управління базами даних, можливості аналізувати векторні просторові дані, використовуючи модуль fTools.

Можливість використання інтегрованих інструментів GRASS, що включають функціональність більше ніж трьохсот модулів, робить QGIS потужним інструментом розв'язання гідрогеологічних задач.

*GvSIG* – програмний засіб з можливостями використання локальних (файли, бази даних) та віддалених даних, роботи із шарами, що надає

можливість відображення необхідних об'єктів, функції масштабування карти, автоматичний розрахунок відстаней, розміщення об'єктів на карті, можливість розширення функціональності з використанням мови програмування Python тощо.

Програмні продукти QGIS та gvSIG реалізують свій аналітичний потенціал через додаткові надбудови та вбирають у себе функціонал програмних систем GRASS/ SAGA/ ILWIS.

*MAPWINDOW* – безкоштовна ГІС, що включає декілька взаємопов'язаних проектів: MapWindow 4, MapWindow 5 та MapWinGIS, кожен з проектів розробляється окремою командою.

*HydroDesktop* – безкоштовне програмне забезпечення для завантаження, візуалізації, редагування та інтеграції гідрологічних даних з іншими інструментами моделювання. Використовує бібліотеку DotSpatial, написану мовою програмування C# для проведення аналізу даних. Взаємодіє з іншими проектами MAPWINDOW.

Достатньо популярним та потужним інструментом для гідрологічних досліджень є лінія програмних продуктів від компанії ESRI під загальною назвою ArcGIS.

Однією з програмних систем компанії ESRI є ArcGISDesktop. ArcGISDesktop – повнофункціональна, масштабована система, розроблена для широкого кола користувачів. Включає три взаємопов'язані базові застосунки: ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox.

*ArcMap* – базовий застосунок ArcGISDesktop. Використовується для всіх картографічних задач та включає створення та аналіз карт, редагування даних. ArcCatalog призначений для структурування та управління даними, пошуку та перегляду географічних даних, створення та перегляду метаданих, тощо. ArcToolbox – простий застосунок, що має інструменти обробки геоданих.



Комплекс перелічених продуктів компанії ERSI забезпечує розв'язання гідрологічних задач, здебільшого з використанням морфологічних (наприклад, довжина річки, коефіцієнт звивистості, коефіцієнт густоти річкової сітки) та морфометричних (наприклад, для водного перерізу річки – площа водного перерізу, ширина річки, середня і максимальна глибини тощо) характеристик водних об'єктів. Проте без додаткових модулів їх можливості обмежені, наприклад, щодо аналізу числових послідовностей даних, що відображають динаміку деяких процесів.

*ArcHydroGroundwater* – спільна розробка компаній ESRI та Aquaveo. *ArcHydroGroundwater* складається з трьох програмних застосунків: *GroundwaterAnalyst*, *SubsurfaceAnalyst* та *MODFLOW Analyst*.

*GroundwaterAnalyst* – програмний застосунок з такими можливостями: імпорт різноманітних наборів даних (часові ряди, перерізи, об'єми тощо), візуалізація даних у вигляді карт чи графіків часових рядів, карт рівнів або якості води, напрямків потоків, містить можливості обчислення статистичних показників часових рядів.

*SubsurfaceAnalyst* – застосунок, за допомогою якого реалізується створення та візуалізація тривимірних гідрологічних моделей, включає інструменти редагування даних про свердловини, засоби імпорту, створення й редагування тривимірних розрізів та об'ємів водних об'єктів.

*MODFLOW Analyst* – застосунок для створення, зберігання та відображення різних моделей водотоків у середовищі ArcGIS. Робота програмного модуля побудована на основі моделі даних MODFLOW. Включає можливості не лише візуалізації моделей, проведення аналізу вхідних та вихідних даних разом із іншими наборами даних, але й створення нових моделей з ГІС об'єктів [24].

## **Висновки до розділу 1**

В результаті огляду термінологічно-понятійного апарату в предметній області дослідження з'ясовано його цілковиту однозначність. Актуальність огляду законодавчого забезпечення топографо-геодезичних робіт полягає у потребі планово-висотного обґрунтування для здійснення картометричних операцій (вимірювань), просторового моделювання та перенесення проектних рішень в природу (на місцевість).

Земельне та водне законодавства України надають власникам приватних земельних ділянок право на створення штучних водних об'єктів без визначення порядку його здійснення. Водночас реалізацію такого права доцільно визнавати правомірною за умови виконання власниками земельних ділянок юридичних обов'язків, які мають бути закріплені у законодавстві. До таких обов'язків доцільно віднести обов'язок розробки проекту будівництва штучного водного об'єкту тощо.

Реалізацію майбутнього моделювання можна здійснити за допомогою численних спеціалізованих засобів. Їхня кількість засвідчує складність об'єкту моделювання, гостру потребу в інженерних рішеннях та розрахунках, а також наявність множини підходів та способів для розв'язання цієї задачі

## РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТНИХ РОБІТ

### 2.1. Географічна характеристика природних умов району проведення робіт

Село Комарів розташовано в межах Кельменецької селищної громади (яка з 2020 р. увійшла до складу новосформованого Дністровського району), яка відноситься до лісостепової зони Прут-Дністровського межиріччя (рис. 6). На північному-заході межує з Жванецькою сільською громадою; на півночі з Слобідсько-Кульчієвецькою та Китайгородською сільськими, на північному-сході з Староушицькою селищною громадами Хмельницької області; на сході з Сокирянською міською; на заході з Лівинецькою сільською громадами Чернівецької області та на півдні з Бричанським районом Республіки Молдова. Територія Кельменецької громади повністю відповідає межам колишнього Кельменецького адміністративного району та становить – 0,67 тис. км<sup>2</sup>.

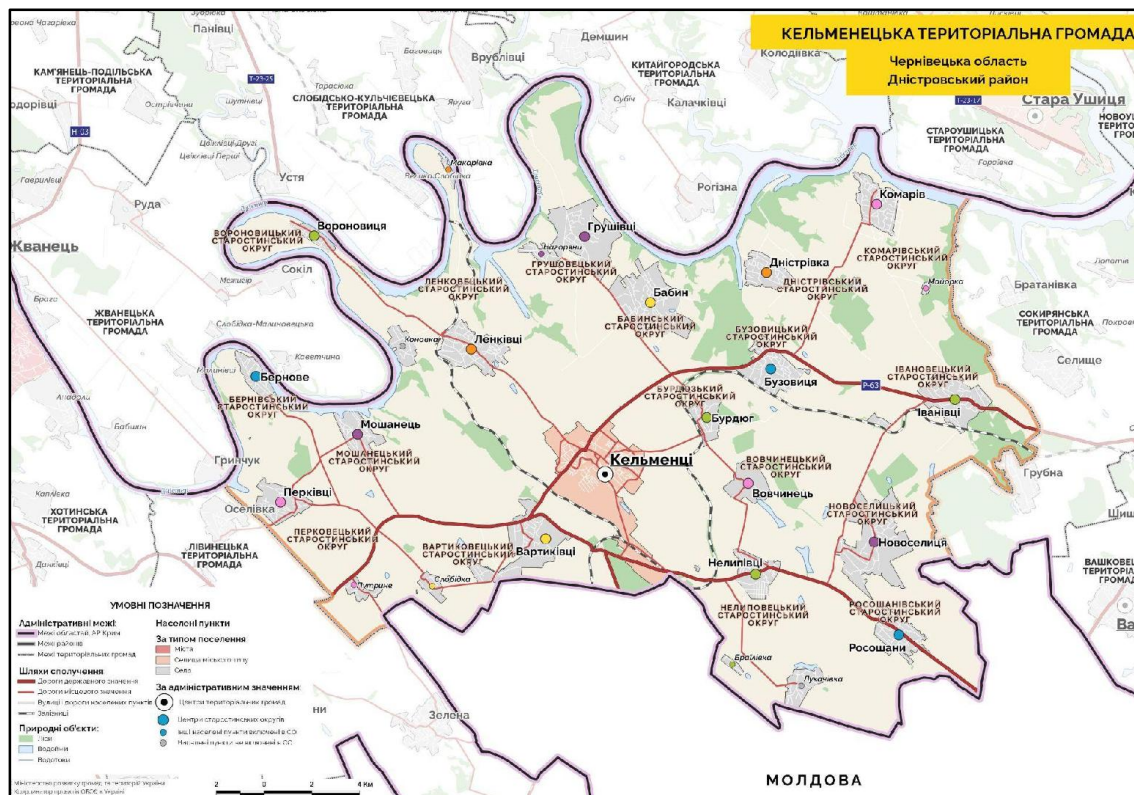


Рис. 6. Схема розташування території дослідження в межах Кельменецької селищної громади (станом на 2020 р.)

Область інтересу дослідження знаходиться в межах території Кельменецької громади на південному заході від населеного пункту Комарів (див. рис. 7). Значних локальних відмінностей природно-кліматичних умов не спостерігається, тому в подальшому розглядатимемо їх нерозривно від особливостей району.



Рис. 7. Природні умови території дослідження за даними ДЗЗ  
(станом на 2019 р.)

### *Рельєф*

Рельєф території горбисто-рівнинний, має загальний ухил поверхні з півдня на північ – у бік р. Дністер. Перепад висот складає біля 15 м.

Відсутність суттєвих локальних рельєфних понижень виключає замкнутість просторів та не ускладнює аерацію території. Даний помірно-спокійний характер рельєфу не створює прямої негативної дії щодо стану здоров'я населення та не ускладнює її загальний екологічний стан.

### *Клімат*

Особливості клімату території визначається насамперед її географічним положенням, напрямками руху повітря, характером поверхні

(рельєфу). На гідрологічний режим найбільший вплив мають наступні кліматичні елементи:

- термічний режим повітря (табл. 1). Середні січневі температури зростають з північного сходу на південь; липневі – з північного заходу на південь. Середня тривалість безморозного періоду коливається від 130 діб на північному сході до 75 днів – на південному заході.

Таблиця 1

Температура повітря території дослідження по місяцях (°C)

Температура	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Середня	-4,9	-2,9	1,7	8,7	14,3	17,4	18,7	18,0	14,3	8,6	2,9	-1,9	7,9
Денна максимальна	-3	0	5	13	18	23	24	23	19	12	6	0	12
Нічна мінімальна	-8	-6	-1	4	9	12	13	12	9	5	1	-4	4

- вітровий режим. Постійне чергування вологого (атлантичного) і сухого східного повітря в умовах рівнинного рельєфу викликає часту зміну циклонів та антициклонів.
- режим опадів. Клімат на досліджуваній території характеризується як помірно-континентальний з м'якою зимою і теплим літом. В середньому за рік в Кельменецькому районі випадає 660 мм (табл. 2) атмосферних опадів, менше всього їх в жовтні та січні-лютому, найбільше - в червні-липні.

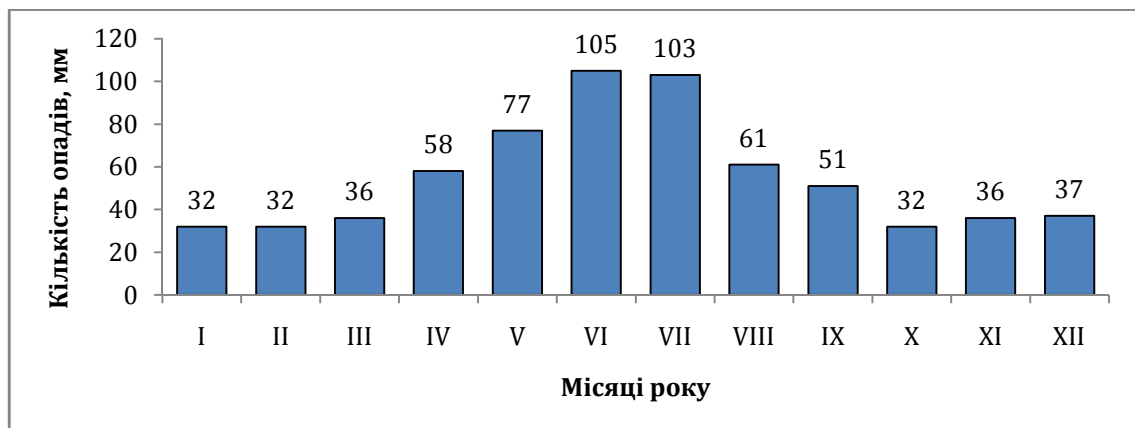


Рис. 8. Середньорічна кількість опадів у Кельменецькому районі

### *Ґрунти*

Ґрунтовий покрив території села Комарів: на похилих поверхнях залягає суглинок жовтий з окремими уламками вапняку (0,9 м), а під ним – суглинок темно-коричневого кольору сильно вапнистий з вапняковими уламками. На нижчих ступенях Хотинської височини під шаром жовто-бурого суглинка (0,5-0,8 м) трапляється елювіальна глина, сильно вапниста або з вапнистими прошарками (0,6-0,7 м). У міру наближення до Чернівців потужність суглинка дещо збільшується. На Прут-Дністровському вододілі, на схід від Хотинської височини та на вододілах притоків першого порядку трапляються жовто-бурі суглинки потужністю 2-3 м і дуже рідко більше 10 м.

### *Геологія*

В геоструктурному відношенні територія Кельменецького району входить до складу Волино-Подільської плити Східно-Європейської платформи. На території Східно-Європейської платформи найбільш давні утворення представлені кристалічними породами, які в межах Чернівецької області розміщені переважно на великій глибині та перекриті потужним чохлам спокійно (майже горизонтально) залягаючих осадових утворень рифею, кембрію, ордовику, силуру, юри, крейди та неогену.

Загальна характеристика геологічної будови має суттєве значення для будівельного освоєння території. При цьому головним об'єктом характеристики є четвертинні відклади представлені алювіальними відкладами заплав і надзаплавних терас, які складені галечниками з піском, суглинками, гравієм і різнозернистими пісками.

Відповідно «Схеми інженерно-геологічного районування України», масштабу 1:500000, територія відноситься до категорії підвищеної складності інженерно-геологічних умов освоєння. Населений пункт знаходиться в межах площі розвитку ґрунтів I типу за здатністю до

просідання, та в межах зони поширення карстових порід (карбонатно-сульфатний карст).

### *Інженерно-будівельна оцінка*

У сейсмічному відношенні (ДБН В.1.1-12:2014 «Будівництво у сейсмічних районах України») відповідно карти «А», «В», «С», що застосовується при проектуванні будівель і споруд класу наслідків відповідальності: СС1; СС2; СС3 територія населеного пункту (див. рис. 9). відноситься до сейсмічної зони 6-7 балів.

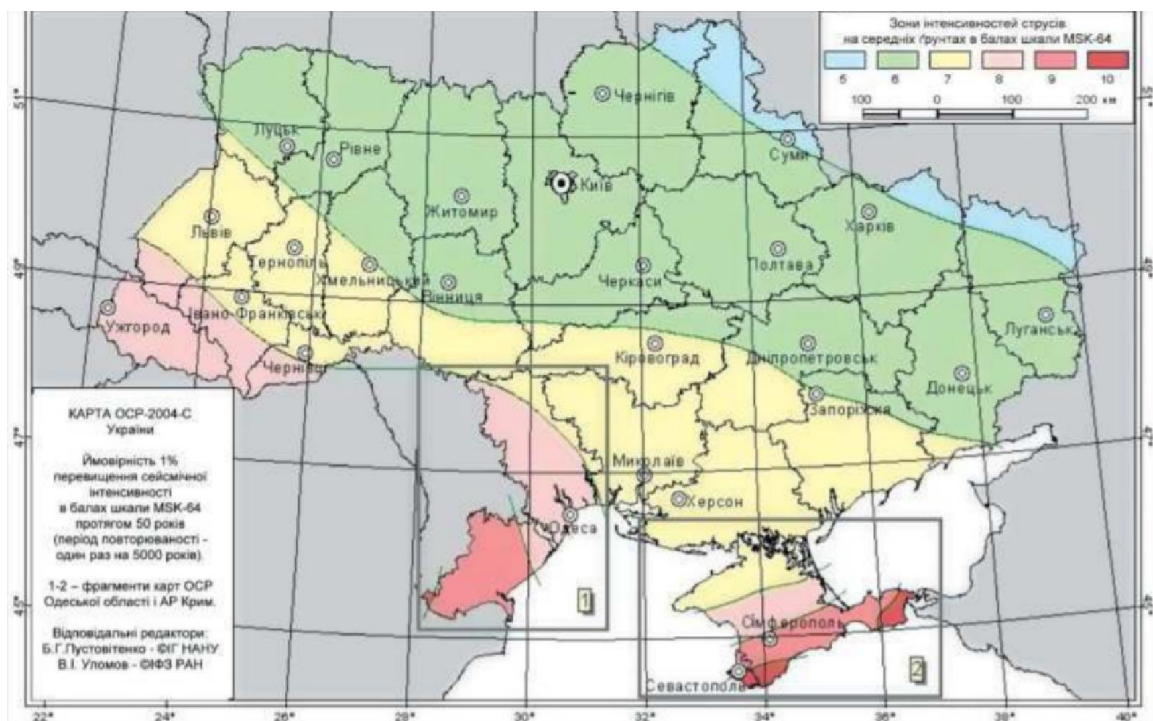


Рис. 9. Карта загального сейсмічного районування України







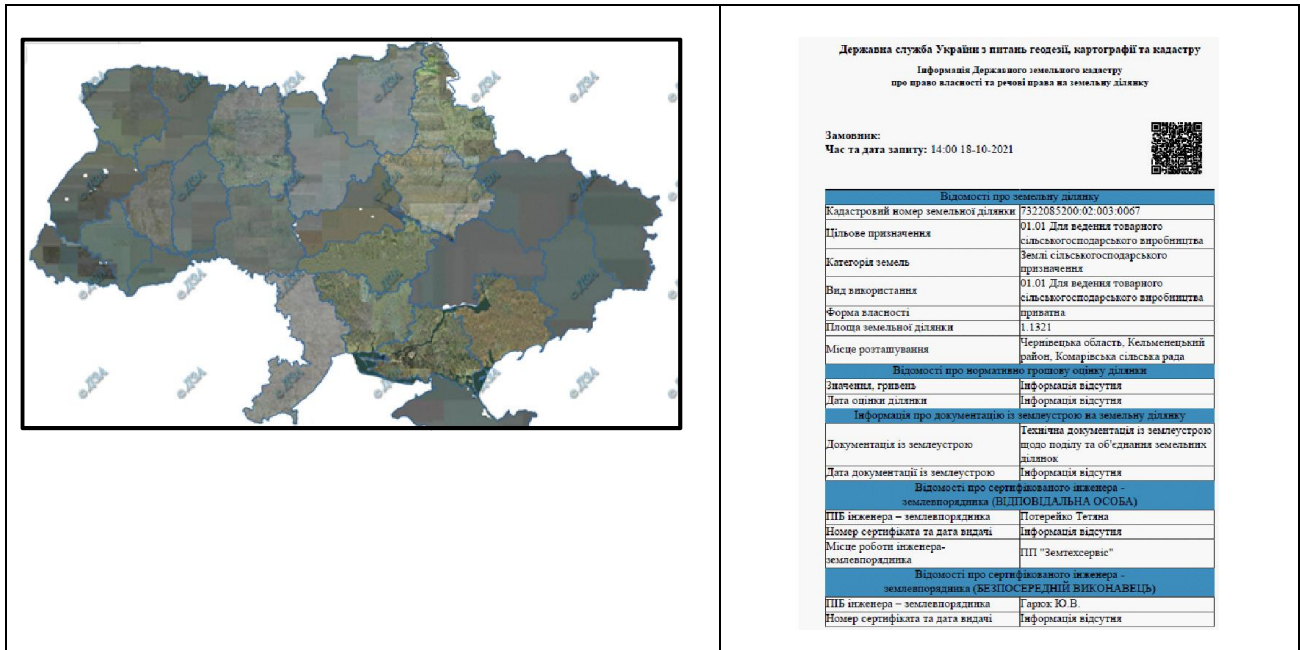


Рис. 11. Загальний вигляд ресурсу «Публічна кадастрова карта» та сформованого на його основі витягу на земельну ділянку

Пошук земельної ділянки можна робити за кадастровим номером або за місцезнаходженням земельної ділянки. Для того, щоб знайти земельну ділянку за кадастровим номером, необхідно ввести цифри розділеного двокрапками 19-значного номера земельної ділянки в горизонтальну форму для пошуку. Форма для пошуку розміщена горизонтально в верхній частині веб-сторінки [43].

Земельним ділянкам, на яких буде проводитися дослідження, присвоєні такі кадастрові номери(табл. 2).

Таблиця 2

Перелік земельних ділянок на території дослідження

№ п.п.	Кадастровий номер 7322085200:	№ п.п.	Кадастровий номер 7322085200:	№ п.п.	Кадастровий номер 7322085200:
1	02:003:0241	8	02:003:0248	15	02:003:0229
2	02:003:0242	9	02:003:0233	16	02:003:0231
3	02:003:0243	10	02:003:0234	17	02:003:0232
4	02:003:0244	11	02:003:0225	18	02:003:0067
5	02:003:0245	12	02:003:0226	19	02:003:0068
6	02:003:0246	13	02:003:0227	20	02:003:0084
7	02:003:0247	14	02:003:0228	21	02:003:0085

За допомогою приватного ключа отримуємо доступ до інформації про право власності та речові права земельних ділянок і можливість завантажити їхні географічні координати.

*Геопортал Адміністративно-територіального устрою України.* Програмне забезпечення геопорталу даних системи адміністративно-територіального устрою України забезпечує створення, наповнення, підтримання в актуальному стані бази даних і метаданих про адміністративно-територіальний устрій України та доступ до них в мережі Інтернет [27].

База даних адміністративно-територіального устрою України є засобом інтеграції даних про населені пункти та інші об'єкти адміністративно-територіального устрою. Вона повинна містити коди КОАТУУ, назви населених пунктів, одиниць адміністративно-територіального устрою та зміни їх назв, статусу, категорії тощо, географічні координати населених пунктів (довгота, широта), інформацію про адміністративне підпорядкування та додаткову інформацію.

Всі типи об'єктів адміністративно-територіального устрою мають: код КОАТУУ; назву українською; назву російською; назву латиницею; адміністративне підпорядкування.

База даних інформаційно сумісна з цифровою картою України масштабу 1:100 000, містить зміни, які сталися у системі адміністративно-територіального устрою та населених пунктів з 1 січня 1987 р. за ключовими позиціями змін. Оновлення даних виконуються в ході роботи в разі надходження офіційної інформації [27].

*Геопортал Національної інфраструктури геоданих.* Проєкт НІГД– це система, яка об'єднує дані різного типу (про землю, воду, ліси, природні ресурси, інфраструктуру, комунікації) на єдиній картографічній основі та забезпечує користувачам можливість простого пошуку та

безперешкодного доступу до будь-яких даних на національному, регіональному та місцевому рівнях (рис. 12)[37].

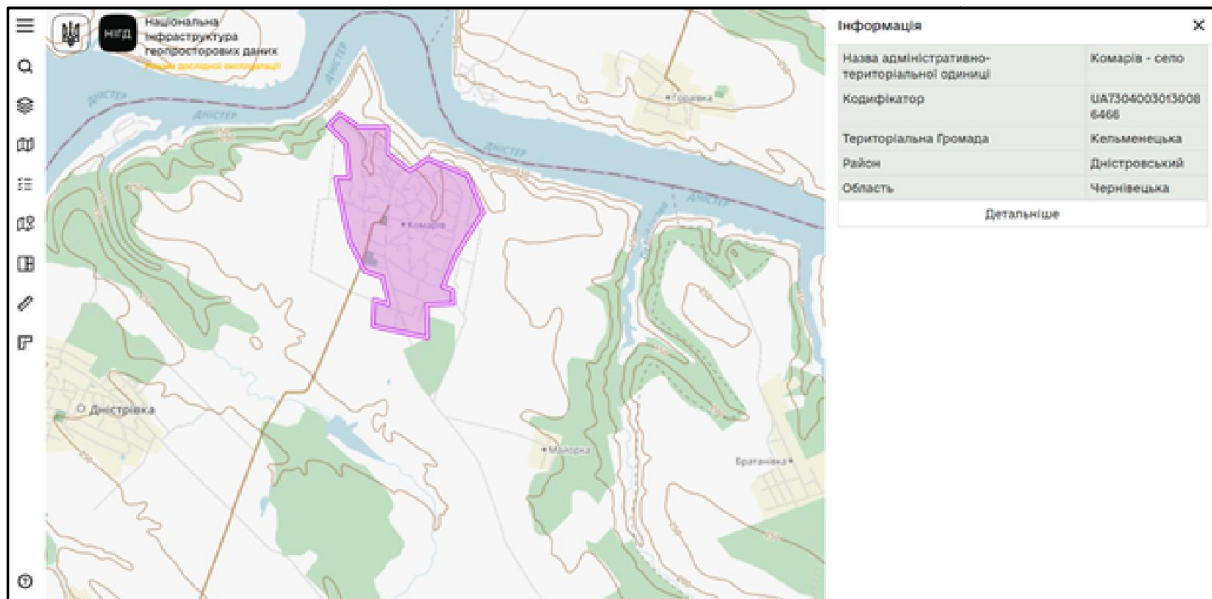


Рис. 12. Територія дослідження на геопорталі НІГД

НІГД – це єдиний сервіс, який поєднав інтегровані геодані в режимі онлайн з усіх геопорталів областей, територіальних громад, міст та сіл.

Майже тисячу наборів даних на різноманітні теми: містобудівну, екологічну, освітню, фінансову, земельпорядну, інфраструктурну і т. ін.

На даному етапі НІГД є пілотним проектом який ще не містить топографічної інформації всіх регіонів України, в тому числі і досліджуваної нами території.

Проте, з огляду на ЗУ «Про національну інфраструктуру геопросторових даних» можна зробити висновок, що сам ресурс є достатньо перспективним та в найближчому майбутньому надасть доступ користувачам до отримання геопросторової інформації про конкретний об'єкт або територію (довільну або запитувану: область, район, громаду) [37].

*Дані SRTM.* SRTM [44] (ShuttleRadarTopographicMission) – глобальна радіолокаційна багаторазова топографічна зйомка – була проведена для більшої частини території земної кулі, за винятком самих північних (понад 60°) і південних (понад 54°) широт, а також океанів.

Зйомка SRTM виконувалася впродовж 11 днів в лютому 2000 р. двома сенсорами SIR-C і X-SAR, змонтованими на космічному кораблі багаторазового використання «Shuttle». Основна база даних перебуває у вільному доступі через глобальну мережу у вигляді растрових файлів, представлених як квадратні області розміром  $1 \times 1''$  з просторовою роздільною здатністю 1 арксекунди ( $\sim 30$  м) або 3 арксекунди ( $\sim 90$  м). Це є достатнім для оціночних досліджень в масштабі області або адміністративного району.

Квадрат даних SRTM – просте 16-бітове растрове зображення без заголовка (рис. 13). Висота над рівнем моря – значення амплітуди (яскравості) пікселя в цій точці. У разі відсутності даних у відповідному пікселі записується число -32768, яке відповідає значенню «nodata» (відсутність даних про висоту).

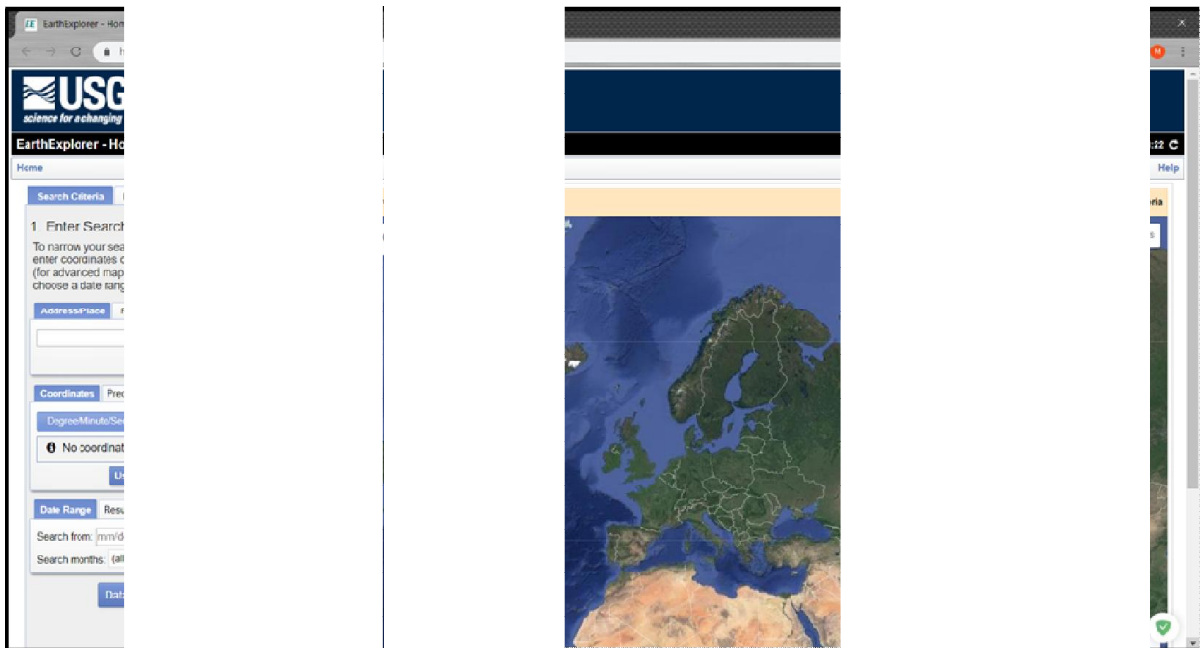


Рис. 13. Загальний вигляд даних SRTM на геопорталі

Проектна точність даних SRTM різна для різних континентів і територій земної поверхні, що пов'язано, перш за все, з кратністю зйомки і характером поведінки рельєфу місцевості. Основним недоліком цих даних

є відображення сигналу не тільки від поверхні землі, а й від верхів рослинності, що створює на підсумковій ЦМР значний «висотний шум».

За час, що минув після проведення вимірювань, топогеодезична база SRTM уточнювалася і коректувалася іншими топогеодезичними дослідженнями, в тому числі наземними, що дозволило істотно поліпшити її характеристики.

Слід зазначити, що територія України знаходиться в одному з найбільш освітлених SRTM-зйомкою поясів планети. Основна частина покрита триразовою зйомкою, а її центральна і північна частини – чотирикратною. Така кратність спостережень дозволяє вважати, що помилки топографічної зйомки SRTM в межах території України, і особливо в її рівнинних ділянках, можуть бути значно меншими, ніж в цілому по Євразії, а точність визначення висот рельєфу – вище.

Точність висот заявлена не нижче 16 м, але тип оцінки цієї величини – середня, максимальна, середня квадратична помилка (СКО) – не пояснений, що й не дивно, оскільки для оцінки точності необхідні або еталонні значення висот приблизно цього ж ступенем охоплення, або строгий теоретичний аналіз процесу отримання і обробки даних. У зв'язку з цим, аналіз точності матриці висот SRTM проводився не одним колективом вчених різних країн світу. За їх оцінками висоти SRTM мають помилку, яка для рівнинній місцевості в середньому становить 2,9 м, а для горбистої – 5,4 м. Причому значна частина цих помилок включає систематичну складову. Відповідно до їхніх висновків, матриця висот SRTM підходить для побудови горизонталей на топографічних картах масштабу 1:50000. Але на деяких територіях висоти SRTM за своєю точністю приблизно відповідають висотам, отриманим з топографічної карти масштабу 1: 100000[44].

Дані SRTM можуть використовуватися в різні прикладні завдання, різного ступеня складності. Цей вид даних є універсальним джерелом для

моделювання земної поверхні, головним чином для побудови цифрових моделей рельєфу і цифрових моделей місцевості [44].

Геопортал ДГМе складовою національної інфраструктури геопросторових даних, який призначений для підтримки інтероперабельності різноманітних геопросторових даних на основі використання єдиної координатної основи України [15].

Геопортал підтримує формування та візуалізацію електронних карт з такими основними шарами: електронні топографічні карти в масштабі 1:100000; інформація про геодезичні пункти ДГМ 1-3 класів; нівелірні пункти I та II класів; відомості про лінійно-кутові побудови геодезичних мереж 1-3 класів; рамки трапецій за міжнародним розграфленням аркушів топографічної карти; межі адміністративно-територіальних одиниць України; супутникові зображення на територію України з картографічного сервісу компанії «Microsoft Bing Maps». Геопортал містить геодезичний калькулятор, який забезпечує перетворення та трансформування координат в системах СК-42, СК-63, УСК-2000, WGS 84 (рис. 12),[15].

The image shows a web application titled "ГЕОДЕЗИЧНИЙ КАЛЬКУЛЯТОР" (Geodesic Calculator). The interface is divided into two main sections: "ВХІДНІ ДАНІ" (Input Data) and "ВИХІДНІ ДАНІ" (Output Data). Both sections have dropdown menus for "Система координат" (Coordinate System) and "Вид координат" (Coordinate Type). The input section includes buttons for "Додати" (Add), "Імпорт Excel" (Import Excel), and "Експорт Excel" (Export Excel). Below these is a table with columns for "Назва" (Name), "x, м" (x, m), "y, м" (y, m), and "#". The output section has a "РОЗРАХУВАТИ" (Calculate) button. A small text box at the bottom left of the input section says "Для редагування значення натисніть на комірку" (To edit the value, click on the cell).

Рис. 14. Геодезичний калькулятор на геопорталі ДГМ

### 2.3. Загальні відомості про ГІС-засоби для проведення дослідження

Для проведення дослідження використано 2 геоінформаційні системи – ArcGIS та MapInfo. Такий вибір обумовлено наявністю у структурі ArcGIS спеціального модуля Гідрологія (рис. 15) та зручністю обробки геоданих, у тому числі SRTM.

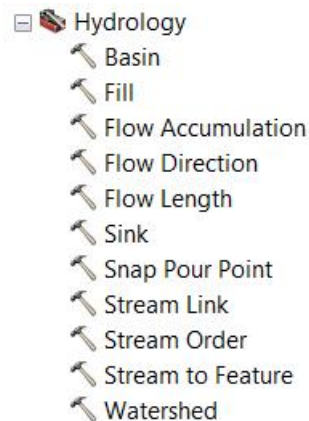


Рис. 15. Загальний вигляд елементів модуля Гідрологія (ArcGIS)

Проектні вишукування продовжено в середовищі MapInfo шляхом конвертації даних shp-формату. Спеціальний додаток MapCAD сприяє оперативній побудові розмічувальних креслень (рис.16). Розглянемо детальніше кожен із них.

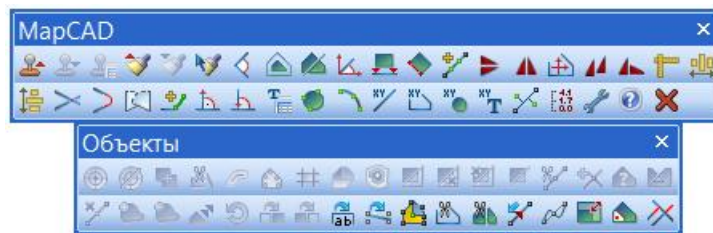


Рис. 16. Загальний вигляд елементів MapCAD (MapInfo)

*Сімейство програмних пакетів ArcGIS.* Програмні продукти компанії ESRI (США), найстарішого у світі виробника програмних засобів ГІС, у наш час представлені, насамперед, сімейством спеціалізованих програмних пакетів, які об'єднані під назвою ArcGIS. Поточною версією ArcGIS є версія 10.9.



До складу ArcGIS входить багато інтегрованих програмних продуктів, призначених як для розробки і експлуатації геоінформаційних систем різного рівня складності, так і для геоінформаційного забезпечення розв'язання завдань, пов'язаних з використанням просторової інформації, включаючи польову зйомку і роботу в комп'ютерних мережах, у тому числі і в Інтернет. Слід зазначити, що останніми роками в компанії ESRI робиться акцент саме на розробці мережного програмного ГІС-забезпечення, а також на відповідному розширенні функціональних можливостей традиційних ГІС-пакетів, яке дозволяє їм працювати в комп'ютерних мережах.

Основними компонентами ArcGIS є: настільні інструментальні ГІС (ArcGISDesktop), у тому числі ГІС-пакети ArcInfo, ArcEditor і ArcView з набором додаткових модулів (extentions), серверне програмне ГІС-забезпечення (Server GIS), до складу якого входять пакети ArcIMS, ArcSDK і ArcGIS Server, мобільні інструментальні ГІС (Mobile GIS), представлені пакетом ArcPad, і ГІС-інструменти, або вбудовані інструментальні ГІС (Embedded GIS), представлені пакетом ArcGISEngine, а також програми-в'юери (viewers, Web-viewers), такі, як ArcReader і ArcExplorer[45].

*ГІС-пакет MapInfo Professional.* Пакет розроблений фірмою MappingInformationSystemsCorporation (США, Нью-Йорк).

MapInfoPro надає можливість редагувати і створювати первинні електронні карти. Оцифрування можливе як за допомогою дигітайзера, так і за сканованим зображенням. Пакет підтримує растрові формати GIF, JPEG, TIFF, PCX, BMP, TGA (Targa). Універсальний транслятор MapInfoPro імпортує карти, створені у форматах інших геоінформаційних і САПР-систем: AutoCAD (DXF, DWG), Intergraph/ MicroStationDesign (DGN), ESRI Shape-файл, AtlasGIS, ARC/INTO Export (E00). Цифрова інформація з GPS (навігаційних приладів глобального позиціонування) та



інших електронних приладів вводиться в MapInfoPro без використання додаткових програм.

Дані в MapInfoPro організовані у вигляді кількох однойменних файлів, що несуть певне функціональне навантаження. Виклик карти в MapInfoPro здійснюється за допомогою головного блока з розширенням .tab, що містить інформацію про тип картографічних даних і пов'язані з ними атрибутивні дані. Файли з розширенням .dot містять геокодовану інформацію (інформацію про географічні координати просторових об'єктів). Зв'язок з атрибутивними даними в реляційних таблицях здійснюється за допомогою файлів ідентифікаторів з розширеннями id і idn.

Обмінним форматом пакета MapInfoPro є формат, названий розробниками MIF. Це текстовий ASCII-файл, що дозволяє повністю описати базу даних MapInfo. У MIF-файли записується як графічна, так і числова інформація. Причому графічні дані зберігаються у файл із розширенням .mif, а числові - у файл із розширенням .mid. Файли формату обміну MapInfoPro можуть бути перетворені у формати, доступні іншим програмам.

У MapInfoPro можна працювати з даними у форматах Excel, Access, xBASE, Lotus 1-2-3 і текстовому форматі. Конвертація файлів даних не потрібна. До записів у цих файлах додаються картографічні об'єкти. Дані різних форматів можуть використовуватися одночасно. В одному сеансі роботи з MapInfo можна мати доступ до віддалених баз даних Oracle, SYBASE, Informix, Ingres, QE Lib, DB2, Microsoft SQL та ін. [45].

## **2.4. Прийоми роботи в ГІС**

На сьогодні географічні інформаційні системи (ГІС) є найбільш ефективним інструментом пізнання й опису географічного середовища, що постійно змінюється. Ці системи використовуються для рішення багатьох практичних завдань, пов'язаних, так чи інакше, з просторово-розподільними даними, які використовуються для забезпечення екологічної безпеки й стійкого розвитку регіонів[26].

Весь комплекс робіт в середовищі ГІС охоплював завантаження та підготовку вихідних даних, здійснення на їх основі цифрового моделювання місцевості, визначення водозбірної площі, конфігурації рівня водного дзеркала, операцій просторового аналізу у вигляді розрахунку меж прибережних захисних смуг та створенні креслень розмічувальних робіт. Розглянемо кожне із питань більш детальноше.

### **2.4.1. Створення цифрової моделі рельєфу району робіт**

Під цифровою моделлю будь-якого геооб'єкта розуміють певну форму подання вихідних даних і спосіб їх структурного опису, що дозволяє обчислити (відновити) об'єкт шляхом інтерполяції, апроксимації або екстраполяції[25].

Сьогодні існує певна термінологічна неоднозначність в англійських назвах продукції (рис. 17), що містить висотне подання земної поверхні, зокрема за цифровими моделями місцевості (ЦММ) та цифровими моделями рельєфу (ЦМР).

Англійськими аналогами понять ЦММ та ЦМР прийнято вважати DSM (DigitalSurfaceModel) та DTM (DigitalTerrainModel) відповідно

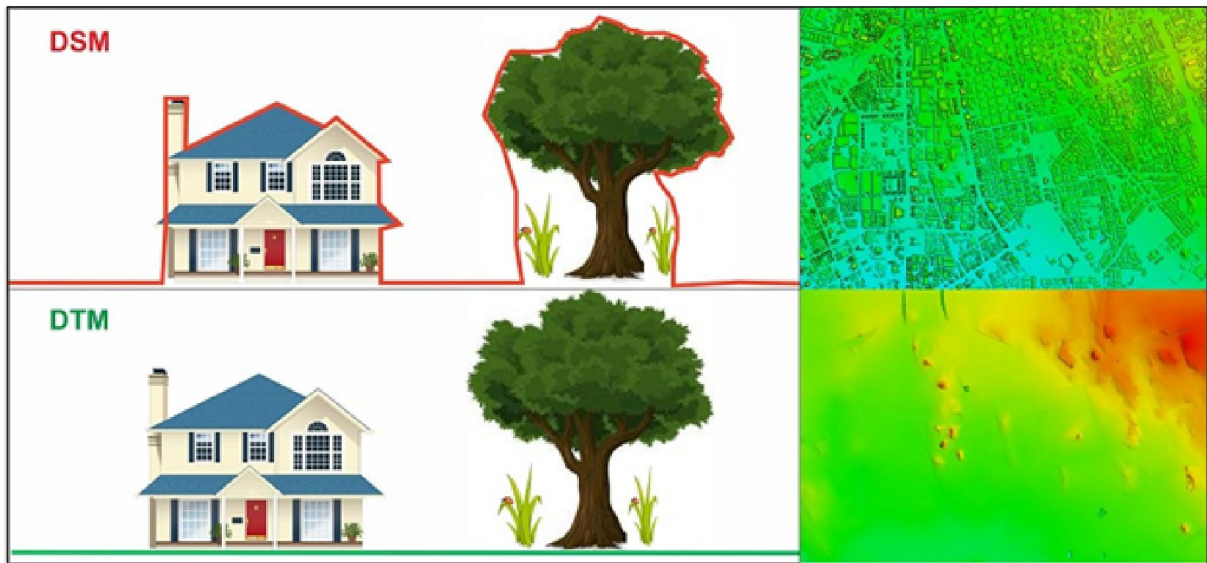


Рис. 17. Відмінність між DSM та DTM

DSM – висота видимої поверхні цифрова модель місцевості (ЦММ), що відображає природний рельєф місцевості з рослинністю та різноманітними штучними перешкодами (будинками, деревами і т. ін.), також відредаговані на моделі водні об'єкти, присвоєні їм однакові значення висоти.

Точного визначення DTM не існує, тому в деяких випадках розглядається аналогічно ЦМР.

DEM (DigitalElevationModel) – висота рельєфу (цифрова модель рельєфу (ЦМР), що відображає природний рельєф місцевості).

Перша модель включає в себе висоти всіх точок на земній поверхні, а друга – висоти рельєфу або, як доповнення, висоти окремих об'єктів місцевості. Одночасно і перша, і друга моделі є DEM (DigitalElevationModel)[25].

Особливе місце серед цифрового моделювання займають задачі гідрологічного характеру, пов'язані з дослідженням деформації русел рік, складання планів дна і таке інше.

Гідрологічне моделювання на основі цифрової моделі рельєфу дозволяє розраховувати напрямок стоку, знаходити і заповнювати

стоки, виділяти водозбори і дренажні мережі, виділяти порядки водостоків. Можливе вирішення гідрологічних завдань фільтрації, що дає можливість прогнозувати поширення хімічних забруднень у ґрунтових водах.

Джерелами даних для створення ЦМР можуть слугувати дані ДЗЗ, аерофотознімки, фотограмметричні виміри, дані систем супутникового позиціонування, наземні геодезичні зйомки, лазерного сканування місцевості, картографічні дані тощо[13].

В умовах сучасної доступності даних, цифрові моделі висот вільного доступу SRTM DEM та ASTER GDEM часто використовуються для цілей оперативного геопросторового аналізу та тематичного картографування (рис. 18).

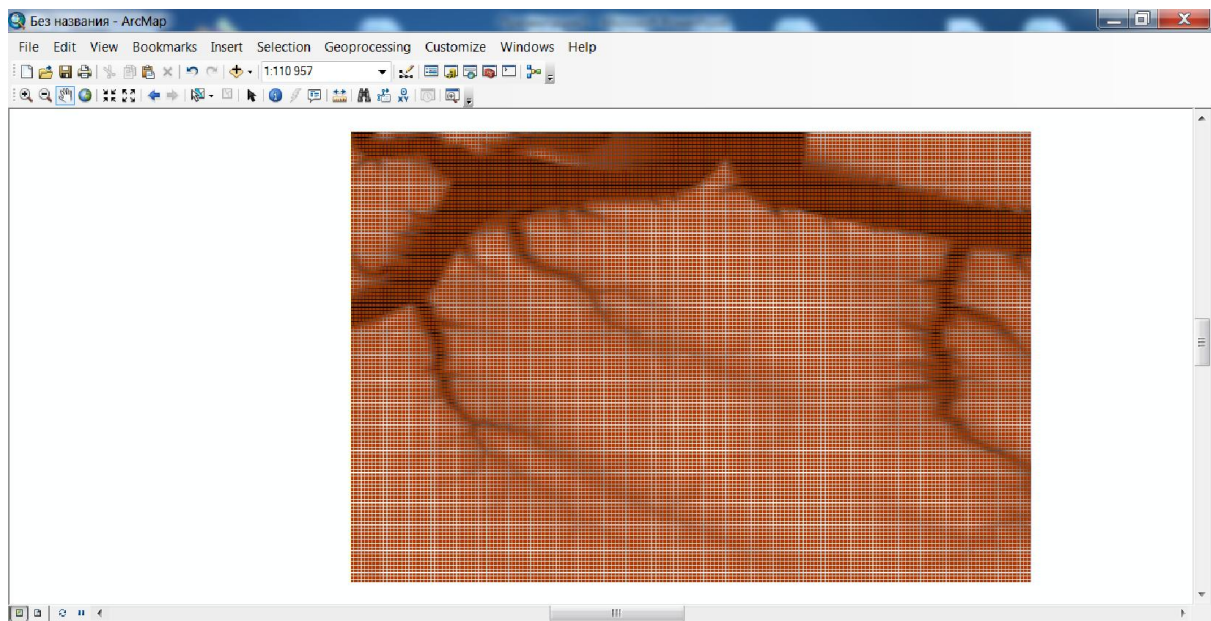


Рис. 18. Перетворення растрового зображення SRTM території дослідження в регулярну мережу висотних точок (*Raster-to-Point*)

До загальновідомих проблем останніх належить так званий ефект «терас», що унеможлиблює їх використання як основи для моделей вищого рівня (ерозійних, екологічних і т. ін.), які вимагають точного опису перерозподілу потоків речовини та енергії. Виходячи з останньої вимоги, можливість побудови гідрологічно-коректної а, отже, й екологічно-відповідної цифрової моделі місцевості можуть надати растрові моделі.

При цьому важливо і необхідно враховувати кілька речей, що найчастіше залишаються поза увагою дослідників, а саме: питання вибору правильної роздільної здатності моделі та алгоритму її генерації. Зокрема, хибний вибір кроку дискретизації моделі зумовлює втрату значної частини інформації про досліджуваний об'єкт і, відповідно, подальші аналіз та моделювання в будь-яких прикладних додатках, зокрема екологічних, буде супроводжуватись значними систематичними похибками.

В основі методів моделювання (побудови) безперервних поверхонь на основі дискретних (точкових) масивів просторово-координованих даних лежать процедури просторової інтерполяції. При цьому використовуються як стохастичні, так і детерміновані дані. Інтерполяція – відновлення функції на множині точок за відомими її значеннями в кінцевій множині точок, що належать цьому інтервалу. Мета інтерполяції - мінімізувати значення помилки [25].

Для створення гідрологічно-коректної ЦМР в середовищі ArcGIS (рис. 19) векторизовано поверхні висот (точкові об'єкти), горизонталі із значенням висот (лінійні об'єкти), водотоки (лінійні об'єкти), обриви (лінійні об'єкти), озера (полігональні об'єкти). Додатково взято до уваги межі території дослідження (полігональний об'єкт) та області, в яких значення висот будуть ігноруватися алгоритмом інтерполяції (полігональні об'єкти). Слід зауважити, що водотоки повинні векторизуватися за напрямком стоку, а обриви – зліва на право (ліва сторона – низька, права – висока).

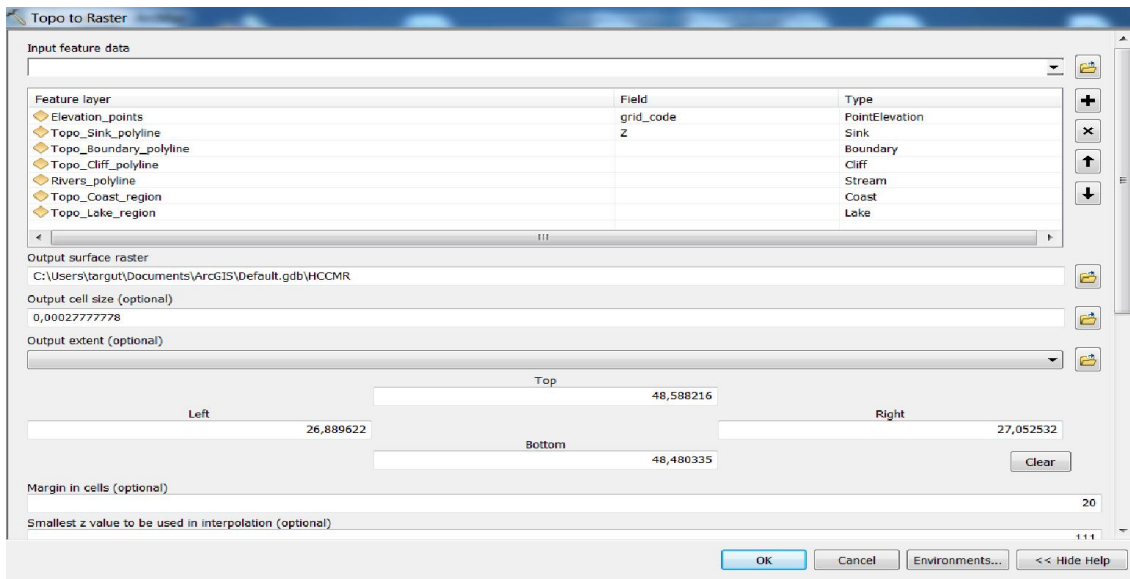


Рис. 19. Побудова гідрологічно-коректної цифрової моделі рельєфу.

### Врахування додаткових налаштувань

З урахуванням вищезазначених налаштувань, а також оптимізацією візуалізації текстур гідрологічно-коректної моделі рельєфу, одержано результат моделювання, що зображено на рис. 20.

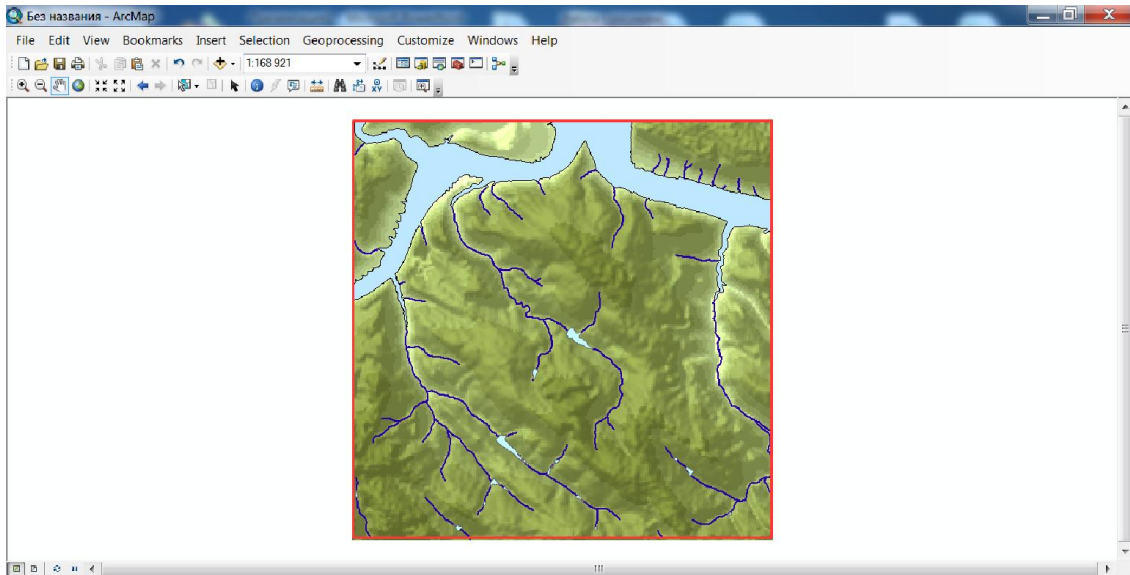


Рис. 20. Змодельована гідрологічно-коректна ЦМР території дослідження

Враховуючи рекомендації ГІС ArcGIS щодо підвищення точності побудови поверхонь здійснено пакетне перетворення (*BatchProject*) вхідних просторових даних в універсальну поперечну проекцію Меркатора – UTMZone 35 N.

Під час цифрового моделювання рельєфу область розширення (в комірках) прийнято за замовчуванням рівною – 20. Мінімальні та максимальні значення  $Z$ , використані для інтерполяції знаходяться в діапазоні від 111 м до 297 м відповідно до умов рельєфу території. За алгоритмом *ENFORCE* враховано примусове заповнення локальних понижень та областей депресії. Первинний (переважний) тип вхідних даних – горизонталі рельєфу. Максимальне число повторень процесу інтерполяції прийнято за 30. Такий показник видаляє меншу кількість не коректних локальних понижень. Фактор шороховатості – 0, оскільки переважний тип вхідних даних – горизонталі. Фактор шороховатості кривизни профілю прийнято для середньої кривизни в 0,5. Фактор похибки дискретизації встановлено на середньому рівні в 2. Значення вертикальної середньої похибки прийнято за 0. Вважаємо, що використання топографічної карти, як достовірного джерела даних, а також топологічних перевірок векторизації і занесення значень атрибутів мінімізуючим фактором допущення випадкової похибки для висотних даних. Значення параметру «допуск 1», котрий відповідає за точність та щільність висотних точок відносно дренажних характеристик поверхні приймемо пропонуваним за замовчуванням для горизонталей – 2,5. Значення параметру «допуск 2», котрий перешкоджає руху стоку через нереально високі бар'єри приймемо пропонуваним за замовчуванням для горизонталей – 100.

Найважливішою умовою створення гідрологічно коректної ЦМР та визначення гідрографічних характеристик річок та їх басейнів є визначення лінійних розмірів растрової комірки. Мінімальне значення розміру комірки  $a_{min}$ , при якому в повному обсязі відображаються всі характерні умови рельєфу є величина 0,2 мм в масштабі вихідної карти.



### 2.4.2. Моделювання водозбірної площі

Водозбірною площею (рис. 21) або басейном називають територію, з якої снігова і дощова вода стікає в річку або річкову систему (водотоки), або в озеро, море (водойми)[34].

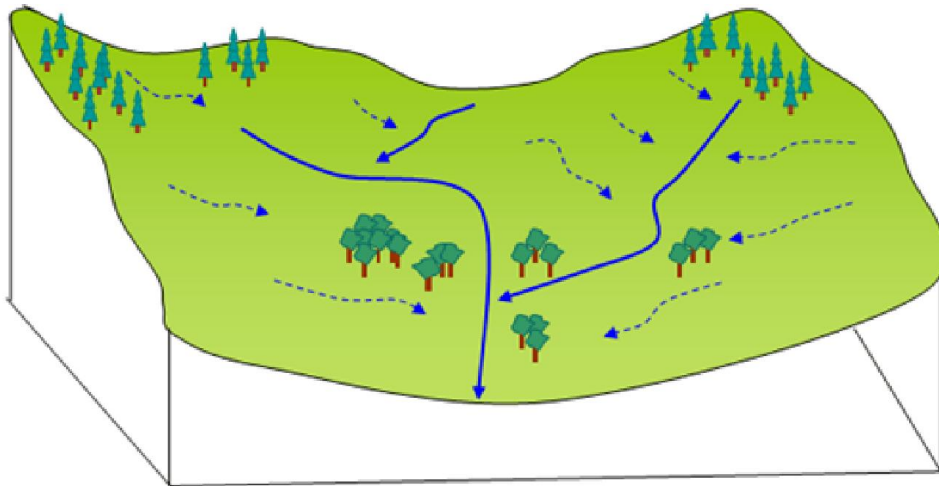


Рис. 21. Приклад водозбору

Тальвег – лінія, що з'єднує найнижчі (найглибші) точки дна річки, долини, яру, балки та інших витягнутих форм рельєфу (рис.22) Тальвег майже завжди є лінією найшвидшої течії в будь-якій річці. На плані він зазвичай являє собою відносно пряму або звивисту лінію[48].

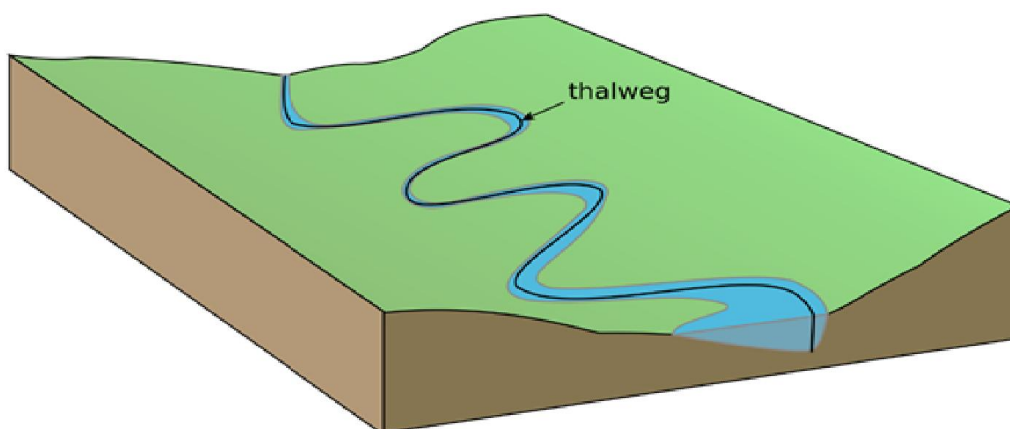


Рис. 22. Приклад виділення тальвегу



Виділення по топографічній карті басейну водотоку або проведення меж водозбірної площі є однією із задач гідрологічних досліджень (при обчисленні водного балансу, поверхневого стоку схилу та ін.

Межі водозбірної площі (басейну) визначають за вододільними лініями (рис. 23), які проходять через точки, від яких лінії схилу розходяться у різні боки. Розміщуються такі точки в місцях найбільшого вигину горизонталей. Вододіли проходять по лініях хребтів (ними є нормалі до горизонталей в точках їх перетину на хребтах), через вершини і сідловини[33].



Рис. 23. Схема визначення водозбірної площі та площі затоплення за топографічною картою[24]

По карті визначають також площу затоплення – територію, яку заливає вода в результаті будівництва штучного водоймища. Робота починається з нанесення на карту положення дамби з урахуванням відмітки рівня води в майбутньому водоймищі. Умова буде виконана, якщо на місці зведення дамби з'єднати на протилежних схилах водотоку

однойменні горизонталі із заданою висотою. Площа затоплення обмежитья горизонталлю та дамбою.

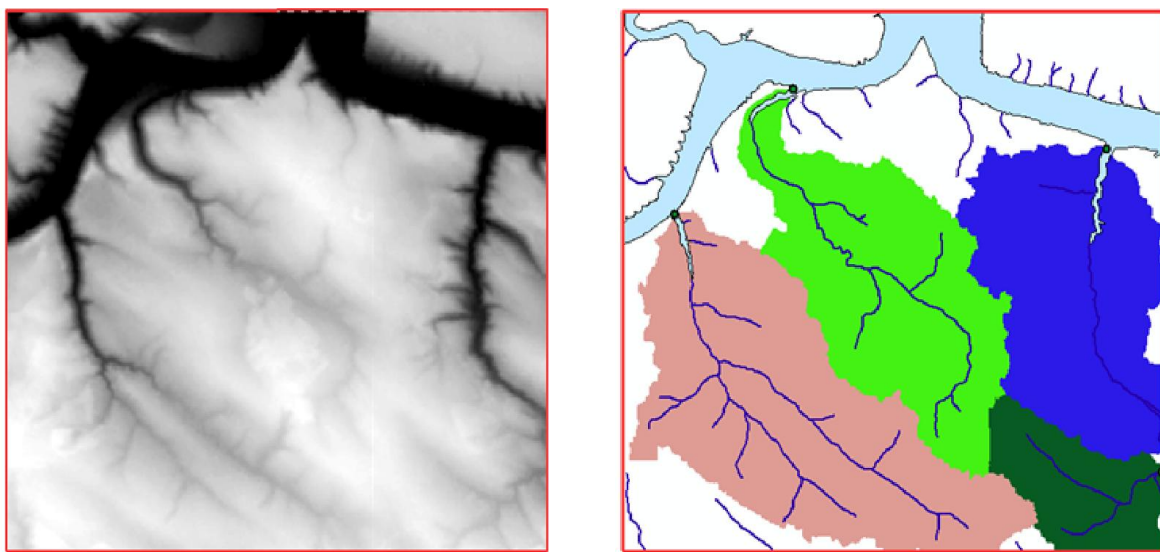
Якщо відмітки горизонталей не відповідають рівню майбутнього водоймища, то для визначення його контуру методом інтерполяції знаходять точки із заданою висотою, які потім з'єднують кривою[33].

Знаючи водозбірну площу, середньорічну кількість опадів, умови випару і вбирання вологи ґрунтом, можна підрахувати потужність водного потоку, яка потрібна для розрахунку мостів, майданчиків гребель і інших гідротехнічних споруд.

*ArcGIS 10.2.* – найбільш розповсюджена на сьогодні ГІС для виділення меж водозбірної площі. На підготовленому растрі заповнюють дані локальних понижень (Fill), в яких містяться комірки з невизначеним напрямком стоку. Створюється растр напрямку стоку із кожної комірки до найближчої сусідньої вниз по схилу найбільшої крутизни (FlowDirection). Оптимальних результатів при створенні растру напрямку стоку можна досягнути, якщо активувати пункт стік із крайніх комірок спрямований назовні (Forcealledgecellstoflowoutward). Сумарний стік обчислюється, як сумарна вага всіх комірок, впадаючих в кожну комірку вниз по схилу вихідного растру (FlowAccumulation).

В налаштуваннях сумарного стоку слід передбачити наявність цілих значень в створюваній растровій поверхні та класифікувати результати за двома діапазонами. Сформується умова на підставі використання растрів локальних понижень та сумарного стоку (Con). Впорядковуються водотоки за методом Страхлера використовуючи растр водотоків з попередньою умовою та растр сумарного стоку (StreamOrder). Одержаний результат водотоків перетворюють в просторовий об'єкт використовуючи растр водотоків та растр напрямку стоку (StreamtoFeature). Створюється растр, який містить контури басейну (Basin). Конвертують басейни ізрастрового шару в полігональний векторний. Створюють точки витоку

та здійснюється їхня прив'язка (SnapPourPoint). Таким чином, вказують на пошук комірок з найвищим значенням сумарного стоку в межах величини допуску навколо заданих точок витоку і переміщують точку витоку в це положення. Запускається інструмент водозбірної області (Watershed) та завантажується в нього растр напрямку стоку, а також растр точок витоку. Растрове зображення одержаної водозбірної області (рис. 24) конвертується в полігональний векторний шар для подальших картометричних операцій.



а

б

Рис. 24. Визначення водозбірної площі засобами ArcGIS:

а – вихідні дані глобальної висотної моделі SRTM району робіт;

б – сформовані водозбірні площі навколо об'єктів гідрографії.

### 2.4.3. Визначення мовірногорівня водного дзеркала

Уріз води – лінія перетину водної поверхні водотоку або водойми (озера, річки, моря) з поверхнею суші (берегом). Положення урізу води непостійне, воно залежить від коливань рівня води, які обумовлюються, наприклад, повеннями, припливами, діяльністю людини та ін. [50]. (рис. 25).

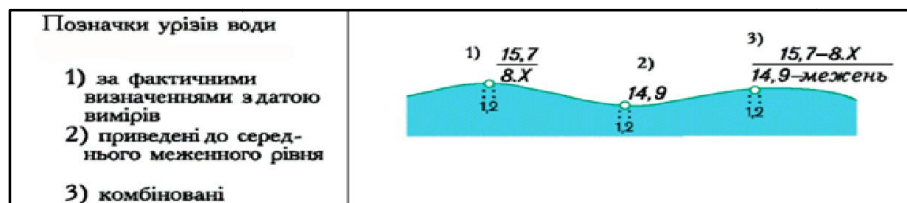


Рис. 25. Приклад зображення урізу води на топографічних картах

Позначки урізів води на планах масштабів 1:500 – 1:1000 показують за їх фактичними визначеннями на дату зйомки. На планах масштабів 1:2000 – 1:5000 позначки урізів води, як правило, приводять до середнього меженого рівня. За додатковими вимогами, може передбачатися комбінування цих позначок у вигляді подвійного умовного знака [49].

Дата біля позначки урізу води повинна включати число і місяць вимірів; рік показують тільки тоді, коли зйомку цієї трапеції виконують упродовж двох або більше календарних років. При одночасній зрізці рівня води в межах всієї території зйомочних робіт біля позначок урізу за східною стороною рамки кожного плану розміщують підпис про виконання цієї роботи.

Приведені позначки урізів води потрібні при створенні планів (в масштабах 1:5000 і 1:2000) на значні площі для забезпечення подальшого картоскладання.

Визначення позначок урізу води виконують, як правило, з точністю до десятих часток метра. Для планів масштабів 1:1000 і 1:500 на ділянки з малими ухилами русел водотоків, за додатковими вимогами, позначки урізів визначають і підписують до сотих часток метра. Позначки урізів води на річках, каналах і канавах необхідно наносити на плани через 10 -

15 см, обов'язково біля рамок, у місцях зі значними змінами в характері русла та біля позначень гідрографічних об'єктів, що мають орієнтирне і господарське значення. На топографічних планах позначку урізу води підписують біля кожної водойми, якщо її площа на планах масштабів 1:5000 і 1:2000 становить 1 см<sup>2</sup> і більше, масштабів 1:1000 і 1:500 - 5 см<sup>2</sup> і більше, а для окремих озер і ставків – незалежно від розмірів. Для водосховищ на річках необхідно давати позначки їх хвостової частини, де підпір води виклинується.

Ставок – штучна замкнута водойма, джерелом наповнення якої є талі та дощові води, а також підземні ґрунтові води. Місцерозташуванням ставка можуть бути як природні складки рельєфу, де збираються води, так і штучно вириті котловани.

За вихідними даними для ЦМР було проаналізовано орієнтовний контур штучної водойми (рис. 26). Слід зауважити, що на рівні висотних відміток 253 – 249 – 247 – 250 – 251у північно-східній частині передбачено облаштування земляної дамби, із матеріалів днопоглиблювальних робіт.

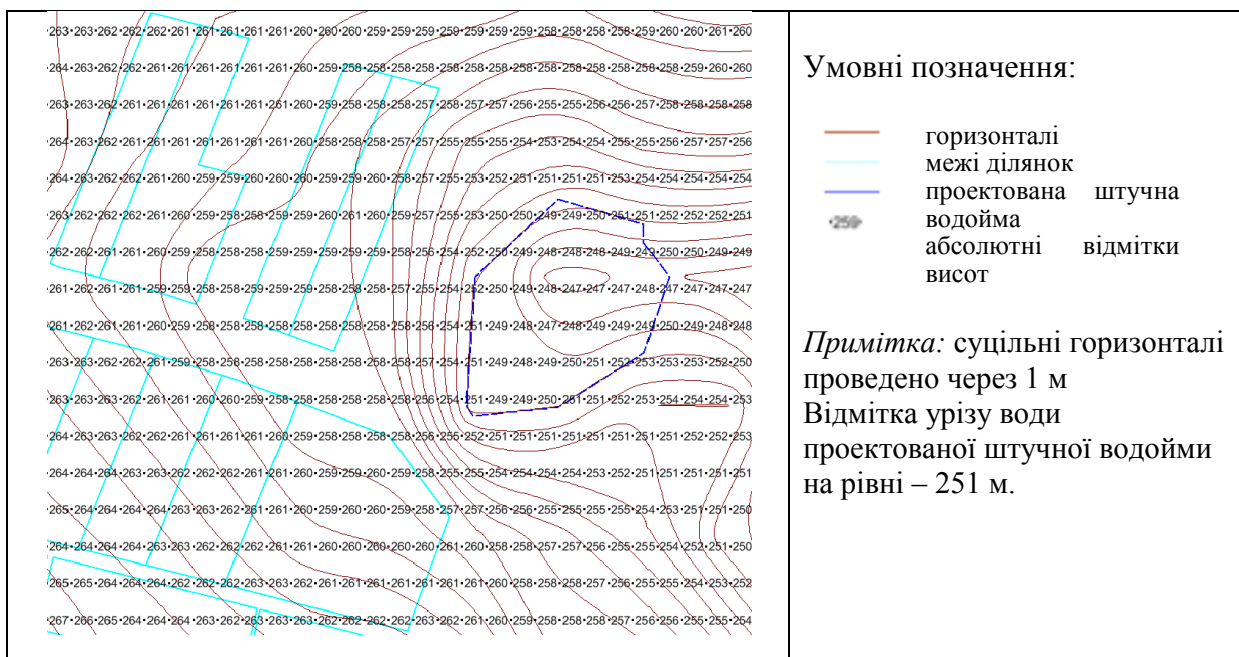


Рис. 26. Схематичне зображення геометрії водного дзеркала змодельованої штучної водойми відповідно до умов рельєфу території дослідження

#### **2.4.4. Кадастровезонуванняобмеженьщодовикористання**

Згідноіз ст. 197 Земельного кодексу України однією зі складових частин державного земельного кадастру є кадастрове зонування[40].

Кадастрове зонування не встановлює прав та обов'язків, а лише фіксує існуючий правовий режим та є технічним засобом обліку земель.

Кадастрове зонування включає встановлення місця розташування обмежень щодо використання земель.

Обмеженнями щодо використання земель відповідно до норм ЗКУ є охоронні зони навколо відповідних об'єктів, зони санітарної охорони водних об'єктів, санітарно-захисні зони навколо джерел шкідливого впливу, зони особливого режиму використання земель, пов'язаного з обороною та забезпеченням територіальної цілісності, земельні сервітути та ін.

Для створення сприятливого режиму водних об'єктів, попередження їх забруднення, засмічення і вичерпання, знищення навколоводних рослин і тварин, а також зменшення коливань стоку вздовж річок, морів та навколо озер, водосховищ і інших водойм встановлюються водоохоронні зони.

Відповідно до ст. 87 Водного кодексу України водоохоронна зона є природоохоронною територією господарської діяльності, що регулюється.

До складу водоохоронних зон обов'язково входять заплава річки, перша надзаплавна тераса, бровки і круті схили берегів, а також прилеглі балки та яри.

Розміри і межі водоохоронних зон визначаються проектом на основі нормативно-технічної документації.

Водний кодекс України дає таке визначення прибережної захисної смуги: «це частина водоохоронної зони відповідної ширини вздовж річки, моря, навколо водойм, на якій встановлено більш суворий режимгосподарської діяльності, ніж на решті території водоохоронної зони» (ст. 4).

Водоохоронна зона та прибережна захисна смуга є обмеженнями прав на землю, що відрізняються між собою за порядком встановлення, розміром та режимом господарської діяльності, і які потребують нормативного закріплення як обмеження прав власності та прав користування землею.

Прибережні захисні смуги встановлюються по обидва береги річок та навколо водойм уздовж урізу води (у меженний період) шириною:

- для малих річок, струмків і потічків, а також ставків площею менше 3 гектарів – 25 метрів;
- для середніх річок, водосховищ на них, водойм, а також ставків площею понад 3 гектари – 50 метрів;
- для великих річок, водосховищ на них та озер – 100 метрів.

Якщо крутизна схилів перевищує 3°, мінімальна ширина прибережної захисної смуги подвоюється.

У межах існуючих населених пунктів прибережна захисна смуга встановлюється з урахуванням конкретних умов, що склалися. У прибережних захисних смугах уздовж річок, навколо водойм та на островах забороняється:

- розорювання земель (крім підготовки ґрунту для залуження і залісення), а також садівництво та городництво;
- зберігання та застосування пестицидів і добрив;
- влаштування літніх таборів для худоби;
- будівництво будь-яких споруд (крім гідротехнічних, гідрометричних та лінійних), у тому числі баз відпочинку, дач, гаражів та стоянок автомобілів;
- миття та обслуговування транспортних засобів і техніки;



- влаштування звалищ сміття, гноєсховищ, накопичувачів рідких і твердих відходів виробництва, кладовищ, скотомогильників, полів фільтрації тощо (ст.89 ВКУ).

Об'єкти, що знаходяться у прибережній захисній смузі, можуть експлуатуватись, якщо при цьому не порушується її режим. Непридатні для експлуатації споруди, а також ті, що не відповідають встановленим режимам господарювання, підлягають винесенню з прибережних захисних смуг.

Навколо водойми проектувалася прибережна захисна смуга. Відповідно до ст. 60 Земельного кодексу України, у випадках якщо площа ставка перевищує 3 га, то ширина прибережної смуги приймається розміром 50 м.

Використовуючи інструмент «Буферні зони» в середовищі MapInfoбуло запроєктовано прибережну захисну смугу конфігурації, представлені на рисунку 27. Від загальної площі одержаного полігону в 9,9666 га віднімалася (вилучалася) площа водойми – 4,9465 га. Таким чином, площа обмежень становить 5,0201 га.

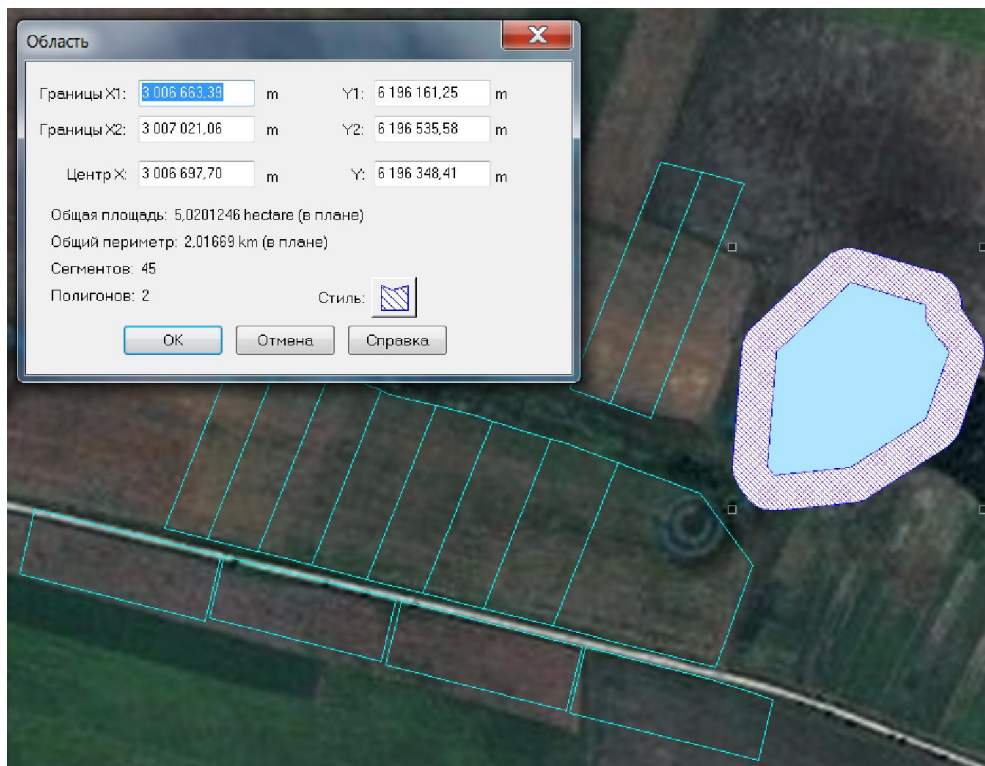


Рис. 27. Конфігурація прибережної захисної смуги



Як видно з рисунку 27, проєктована прибережна захисна смуга не спричинює жодних обмежень щодо володіння та користування у поточних землевласників та землекористувачів.

Однак, границю проходження прибережної захисної смуги варто перенести на місцевість, та в подальшому за можливості не допускати в її межах розорювання, а також засмічування та встановивши відповідні інформаційні знаки по периметру.

В середовищі ГІС, буферну зона можна розібрати на елементи – поворотні точки полігону та відрізки, дуги (рис. 28). В місцях наявності вузлів можна сформувати побудову точок та повернути їм відповідні значення координат (табл. 4) використавши географічний оператор *Centroid X, Centroid Y* для подальшого перенесення в натуру.

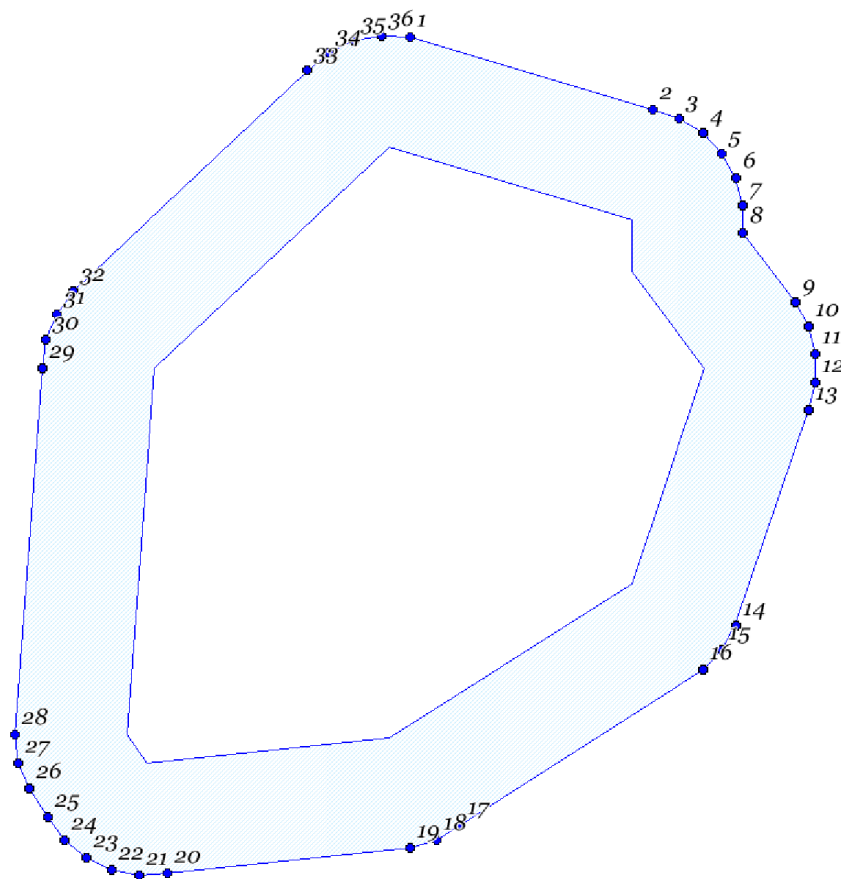


Рис. 28. Поворотні точки прибережної захисної смуги

Зважаючи на значну кількість точок (табл. 3), а також на відкритість місцевості для перенесення проектних точок доцільно застосувати GPS-приймач.

Таблиця 3

Значення координат поворотних точок прибережної захисної смуги

№ пікету	Координати		№ пікету	Координати	
	X	Y		X	Y
1	3006839.76	6196534.77	19	3006839.76	6196173.16
2	3006948.17	6196502.65	20	3006731.44	6196162.06
3	3006960.07	6196498.81	21	3006718.98	6196161.21
4	3006970.65	6196492.07	22	3006706.59	6196163.58
5	3006979.22	6196483.00	23	3006695.25	6196168.95
6	3006985.36	6196472.06	24	3006685.55	6196176.86
7	3006988.48	6196459.79	25	3006678.22	6196187.1
8	3006988.48	6196447.69	26	3006669.64	6196199.73
9	3007011.85	6196416.75	27	3006664.96	6196211.33
10	3007017.98	6196405.83	28	3006663.43	6196223.75
11	3007021.10	6196393.55	29	3006675.66	6196387.34
12	3007021.10	6196381.11	30	3006677.22	6196399.78
13	3007017.98	6196368.84	31	3006681.79	6196411.38
14	3006985.36	6196272.68	32	3006689.12	6196421.62
15	3006979.22	6196261.76	33	3006793.88	6196519.99
16	3006970.65	6196252.67	34	3006803.58	6196527.88
17	3006862.25	6196183.76	35	3006814.92	6196533.25
18	3006851.67	6196177.02	36	3006827.26	6196535.62

### 2.4.5. Підготовка даних для перенесення проекту в натуру

Запроектовано водойму у формі полігону (рис. 29) девятикутника загальною площею 4,9465 га. (табл. 4).

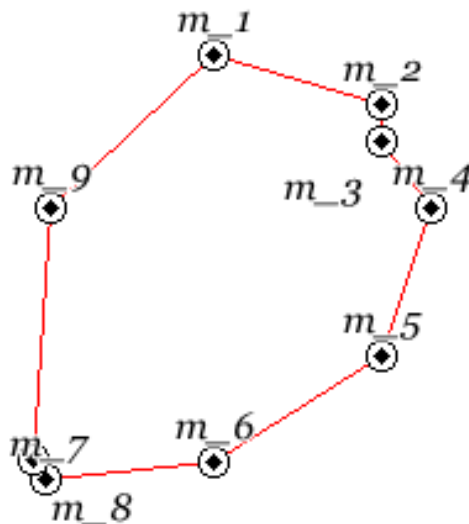


Рис. 29. Конфігурація запроектованої водойми (масштаб 1:5000)

Таблиця 4

Відомість обчислення площі водойми

Точка	X	Y	$X_{n-1} - X_{n+1}$	$Y_{n+1} - Y_{n-1}$	$X \times Y_{n+1} - Y_{n-1}$	$Y \times X_{n-1} - X_{n+1}$
1	3006830.39	6196485.68	-213,20	66,24	199172445,03	-1321090746,98
2	3006938.83	6196453.58	-108,44	-55,30	-166283717,30	-671943426,21
3	3006938.83	6196430.38	-32,62	-66,24	-199179628,10	-202127559,00
4	3006971.45	6196387.34	0,00	-139,20	-418570425,84	0,00
5	3006938.83	6196291.18	141,06	-165,09	-496415531,44	874048833,85
6	3006830.39	6196222.25	216,77	-80,03	-240636636,11	1343155097,13
7	3006722.06	6196211.15	116,98	1,50	4510083,09	724832780,33
8	3006713.41	6196223.75	-3,57	176,19	529752835,71	-22120518,79
9	3006725.63	6196387.34	-116,98	261,93	787551644,27	-724853391,03
			0	0	98930,70	98930,70
					S = 49465,35	м <sup>2</sup>
					S = 4,9465	га

Для перенесення проектного рішення в натуру потрібні 2 точки з визначеними на місцевостях координатами. До найближчих пунктів ДГМ «Комарів» та «Братанівка» понад 3 км, тому розвивати від них тахеометричні ходи – недоцільно.

Під час рекогностування території, було вирішено визначити координати поворотної точки в створі земельної ділянки 7322085200:02:003:0241 та поруч розташованої дороги (точка GPS\_1).

Інша координата визначалася в північно-східному куті земельної ділянки 7322085200:02:003:0233 (точка GPS\_2). Між точками забезпечується взаємна видимість (рис. 30).



Рис. 30. Схема розташування та визначення вихідних координат засобами GPS

Вимірювання проводилися в режимі RTK. Результати наведено в таблиці 5. Для контролю між точками визначалося горизонтальне прокладення  $D_{\text{інстр.}}$  в прямому та зворотному напрямку, а також розв'язувалася обернена геодезична задача  $D_{\text{обч.}}$ .

Таблиця 5

Визначення вихідних координат для перенесення проекту в натуру

Точка	X	Y	Напрямок	$\alpha$	$D_{\text{обч.}}$ , м	$D_{\text{інстр.}}$ , м
GPS_1	3 006 638,82	6 195 937,97	GPS_2	86°36'24''	689,96	689,99
GPS_2	3 006 679,66	6 196 626,72	GPS_1	266°36'24''	689,96	689,97

За умовами місцевості визначалося, з яких вихідних точок буде зручніше здійснювати перенесення проектних відстаней та кутів (рис. 31) для одержання проектних координат, наведених в таблиці 6.

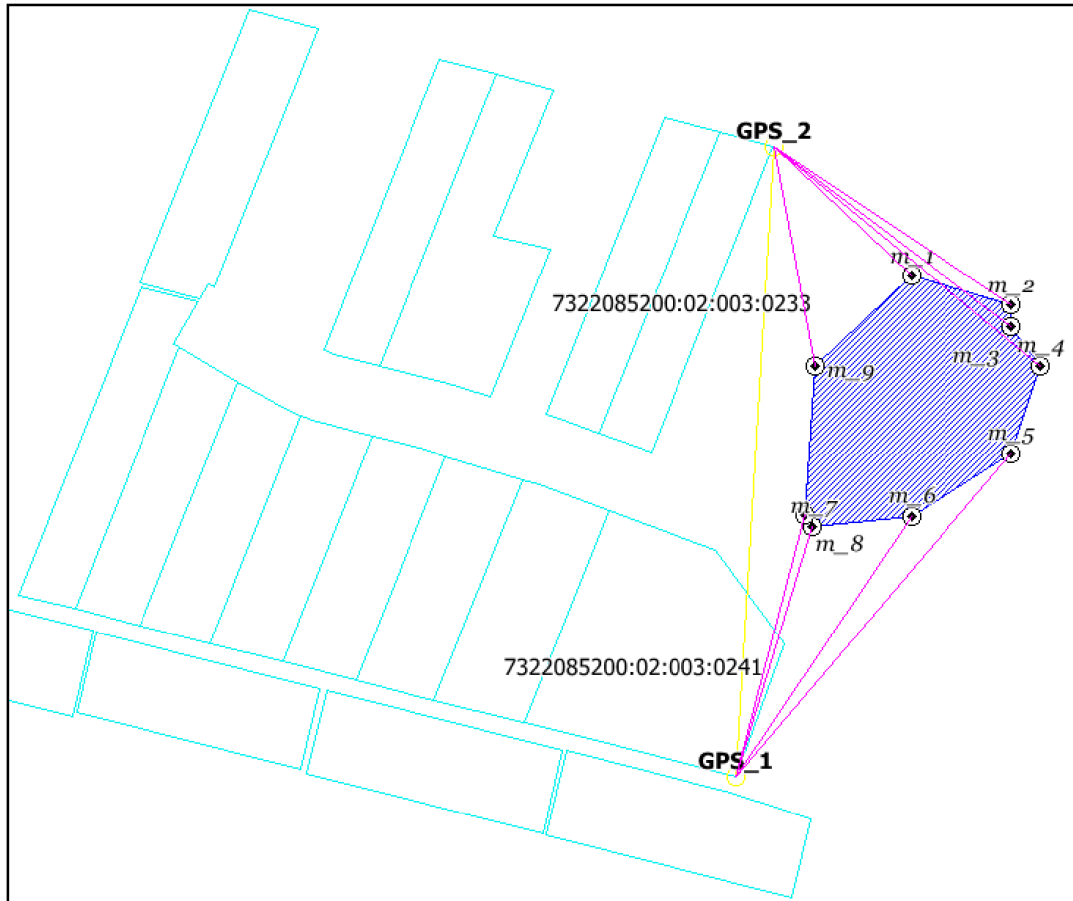


Рис. 31. Схема перенесення проектних елементів

Шляхом виконання серії обернених геодезичних задач між парами точок стояння та напрямків визначалися значення дирекційних кутів та горизонтальних прокладень (табл. 6). Подальше перенесення їх на місцевість є реалізацією прямої геодезичної задачі.

Таблиця 6

Розрахункові значення елементів перенесення для одержання проектних координат штучної водойми

Точка стояння	Напрямок	$D_{обч.},$ М	$\alpha$	Точка стояння	Напрямок	$D_{обч.},$ М	$\alpha$
GPS_1	т_5	463,41	49°39'21''	GPS_2	т_1	206,42	316°54'26''
	т_6	342,79	56°00'59''		т_2	311,68	326°15'28''
	т_8	295,34	75°21'50''		т_3	325,14	322°51'06''
	т_7	285,57	73°02'38''		т_4	377,42	320°38'15''
					т_9	243,76	280°52'42''

Послідовність перенесення полягала в тому, що спостерігач встановлював тахеометр на одну із точок стояння, візувався на іншу та встановлював розрахункове значення дирекційного кута між ними (за даними табл. 5), і здійснював контроль горизонтального прокладення. Лише після цього, за рухом годинникової стрілки послідовно в порядку зростання переносилися елементи наведені в табл. 6.

Коли елементи закінчувалися, спостерігач здійснював перехід на іншу точку, приводив тахеометр в робоче положення та візувався на попередню точку стояння. При цьому, встановлювалося інше розрахункове значення дирекційного кута та перевірялося значення горизонтального прокладення. Подальша послідовність перенесення запроектованих елементів була повністю аналогічною.

## Висновки до розділу 2

Вихідною умовою для будь-якого належного інженерно-технічного проектування є проведення робіт по рекогностуванню місцевості. Разом з цим, здійснюється і інженерно-будівельна оцінка території. Враховуються можливі ризики прояву надзвичайних ситуацій природного характеру, та визначаються заходи захисту території, в першу чергу по фактору рельєфу, підтоплення та затоплення. Загальна інженерно-будівельна оцінка території сприятлива.

Відповідно до ключових характеристик необхідно було зібрати, систематизувати та опрацювати вихідні дані. Серед таких, слід виділити: глобальні висотні моделі даних SRTM, межі територій адміністративних одиниць, конфігурацію та розтушування землеволодінь та землекористувань, ортофотоплани місцевості. Варто зауважити, що пошук даних здійснювався і через засоби Національної інфраструктури геопросторових даних.

Засобами опрацювання даних слугували геоінформаційні системи ArcGIS та MapInfo. Особливий акцент здійснювався функціональні можливості модуля «Гідрологія» та засоби проектування «MapCAD». Відповідно, весь процес обробки геоданих поділено на етапи. Виконання означених етапів полягало в створенні ЦМР території; аналізу водозбірної площі; прогнозуванню конфігурації рівня водного дзеркала та кадастровому зонуванию обмежень щодо використання. Проектні рішення щодо інженерного захисту території та її благоустрою направлені на оптимальність екологічного стану.

Весь перелік даних містив відповідні координати та допоміжні елементи місцевості для полегшення перенесення проектних рішень в натуру (на місцевість).

## РОЗДІЛ 3. ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНІ РОБОТИ ПРИ ПЕРЕНЕСЕННІ ПРОЕКТУ ШТУЧНОЇ ВОДОЙМИ НА МІСЦЕВІСТЬ

### 3.1. Попередній гідрологічний аналіз території

Перед початком проведення робіт щодо проектування штучної водойми було відомо лише орієнтовне місце розташування території інтересу, яка знаходилася за межами земельної ділянки з кадастровим номером 7322085200:02:003:0242.

Відповідно, було здійснено і пошук вихідних даних, що цілком охоплював межі означеної території. В результаті, знайдено та завантажено два листи глобальних висотних даних SRTM(рис. 32)

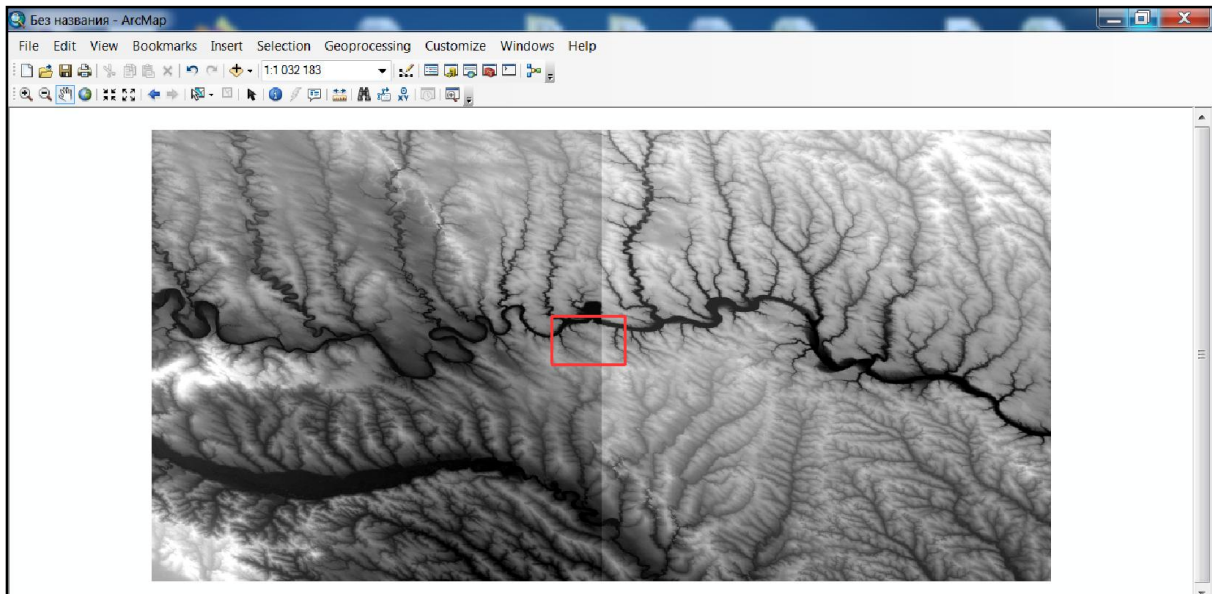


Рис. 32. Глобальні висотні дані SRTM: n-48-e026-1arc; n-48-e026-1arc та область інтересу (виділено червоним)

Оскільки територія дослідження включала два окремих аркуша глобальних висотних моделей даних з різними шкалами висот (абсолютними максимальними та мінімальними відмітками), то для єдності проведення подальших робіт проводилося їх об'єднання. Для цього залучався інструмент *Mosaic*. На основі цих даних, використовуючи функцію *TopoRaster* проводилося цифрове моделювання місцевості, результати котрого зображено на рисунку 33.



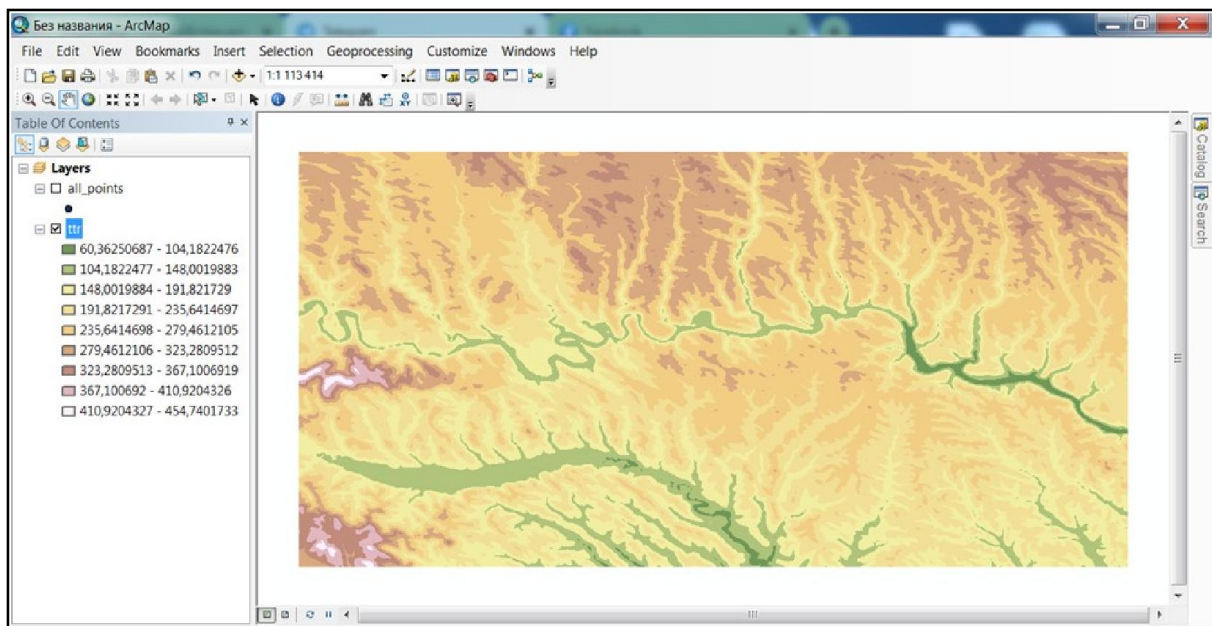


Рис. 33. Цифрова модель місцевості в межах файлів глобальних висотних даних SRTM:n-48-e026-1arc; n-48-e026-1arc

За цифровою моделлю місцевості проводилося визначення напрямків стоку – *Flowdirection* (рис. 34). Вихідними даними для нього слугував растр цифрової моделі місцевості. Аналіз напрямку стоку здійснюється за 8-ма сусідніми комірками. Для крайніх комірок растру було застосовано параметр «стоку із крайніх комірок назовні».

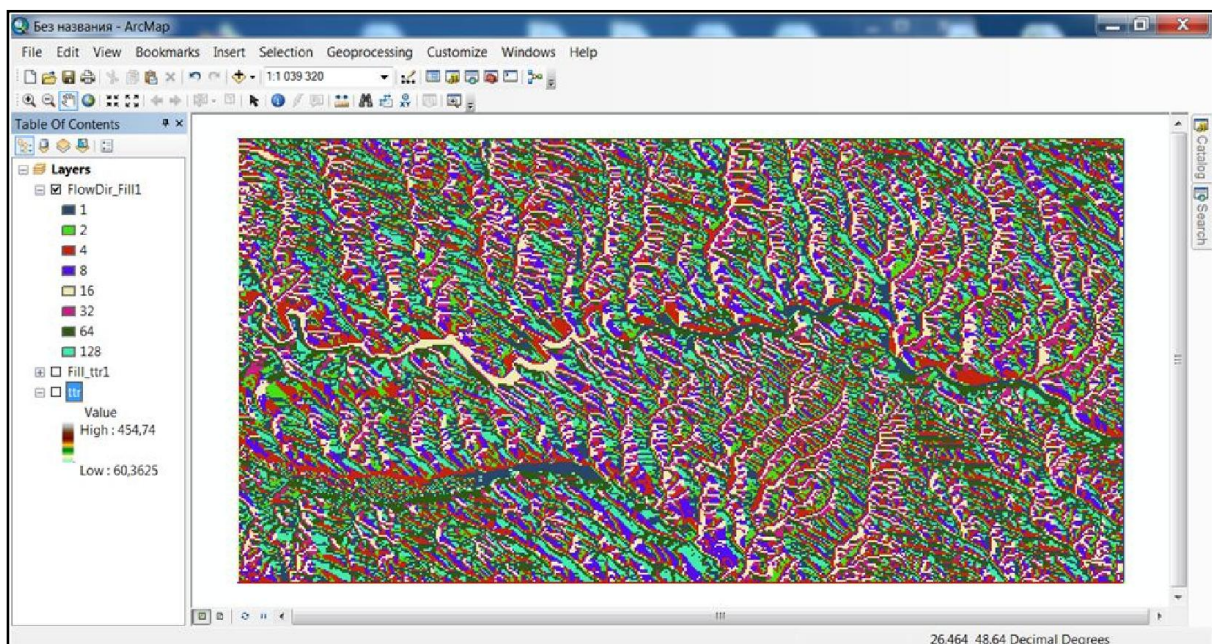


Рис. 34. Обчислення напрямків стоку

За відповідними напрямками стоку можна розраховувати його накопичення – *Flowaccumulation*(рис. 35).Результуючими даними цього інструменту буде растр сумарного стоку кожної комірки, визначений як сума ваг для всіх комірок, котрі стікають в кожну комірку, розташовану ВНИЗ СХИЛУ.

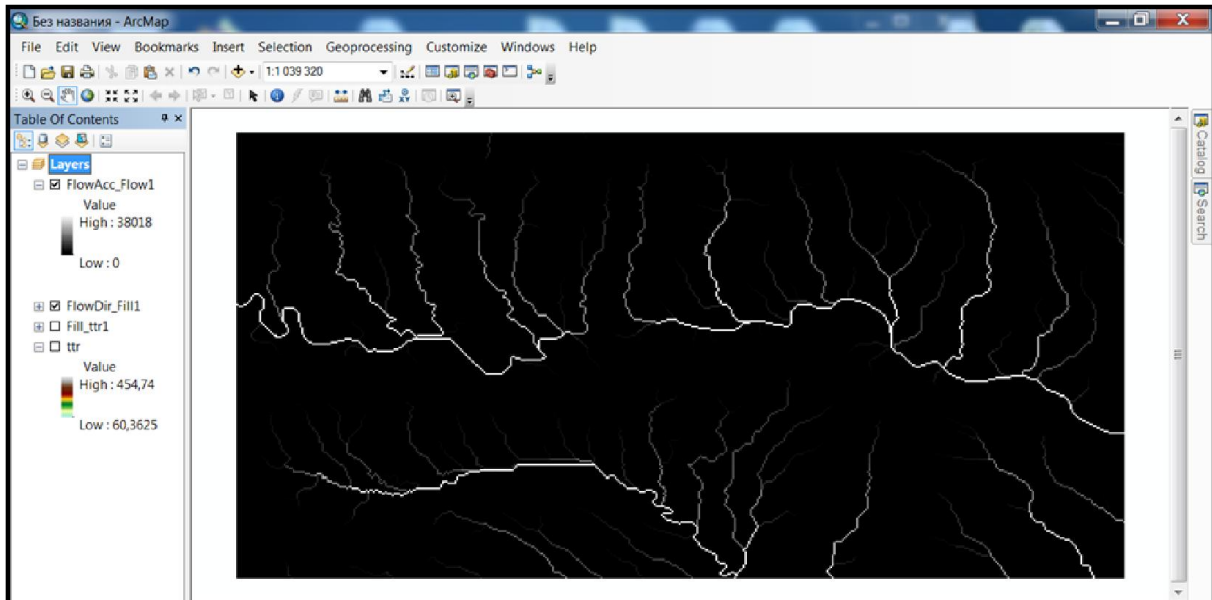


Рис. 35. Накопичення стоку

Додавання порогових значень стоку дозволило деталізувати (рис. 36) гідрографічну мережу території, та виявити розташування, конфігурацію та параметри локальних струмків і водотоків.

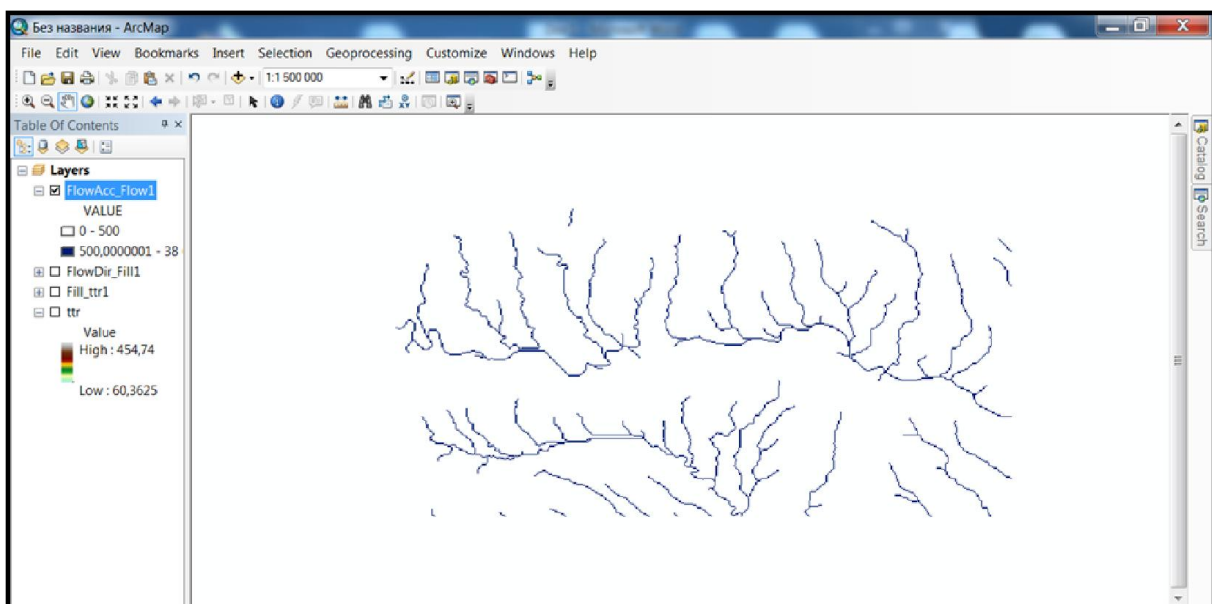


Рис. 36. Деталізація гідрографічної мережі



За даними впорядкованої гідрографічної мережі водотоків та позбавленої хибних значень інтерполяції поверхні функцією *Stream Order* визначалися напрямки стоку (рис. 37).

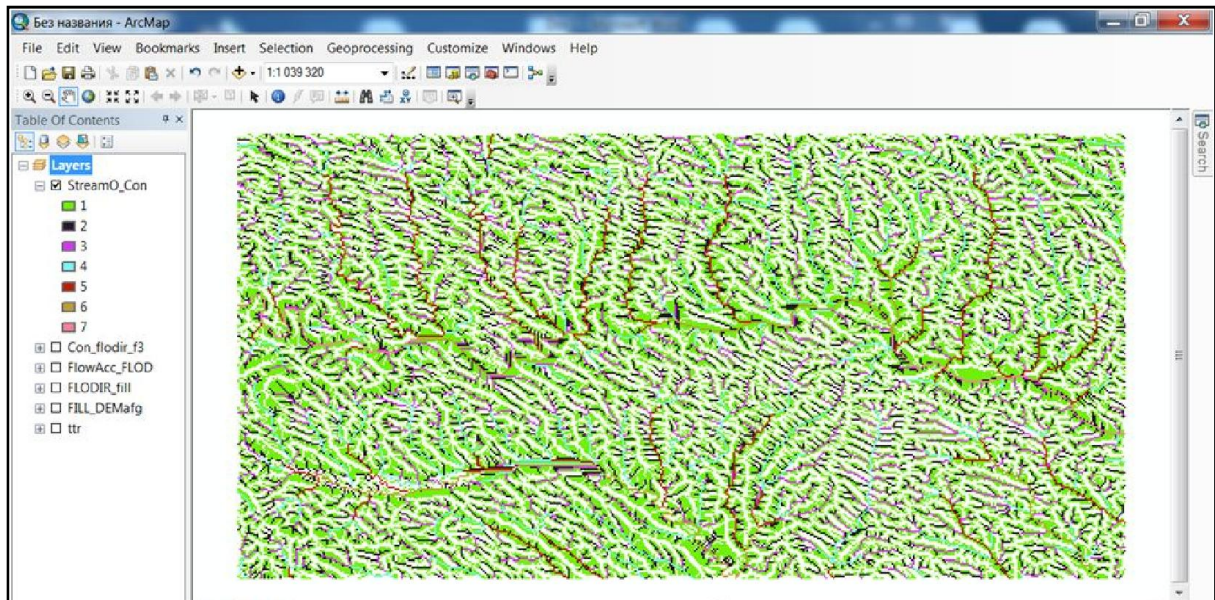


Рис. 37. Розрахунок напрямків стоку

В результаті аналізу, було визначено стоки із 7-ма порядками. Така деталізація була більш ніж надмірною. Тому, здійснено обґрунтовану генералізацію (рис. 38) із виділенням 4-х основних. Інакше кажучи, перший порядок – великі річки (для даної території – Дністер); другий – середні річки; третій та четвертий – малі річки та основні струмки.

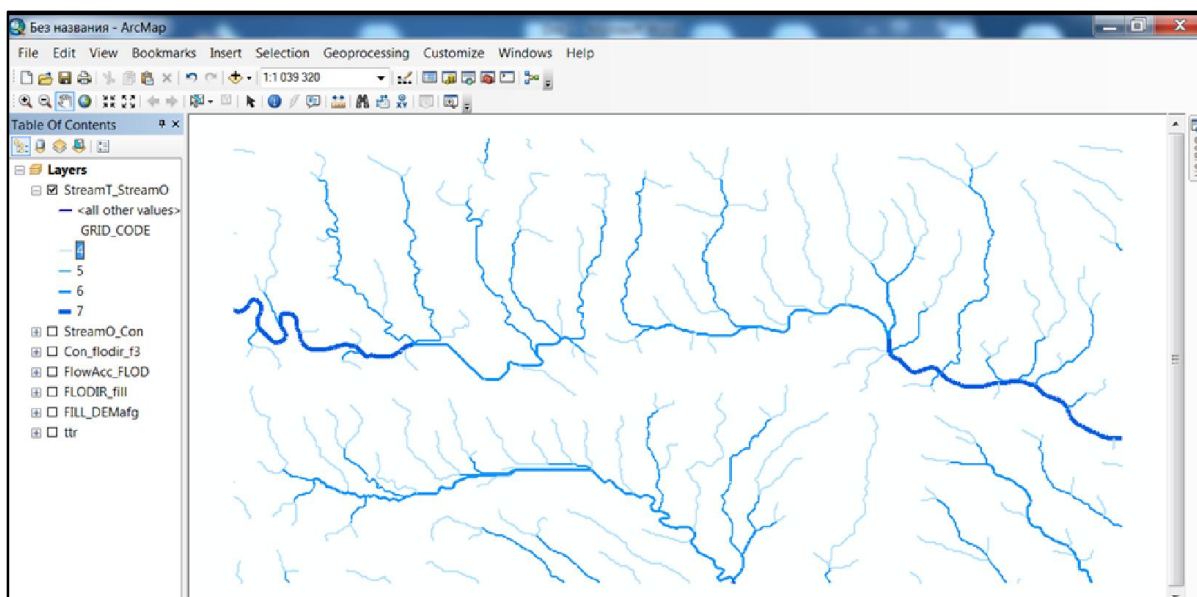


Рис. 38. Генералізація гідрографічної мережі

Враховуючи конфігурацію гідрографічної мережі та гідрологічно коректну цифрову модель провели узагальнене виділення меж річкових басейнів (рис. 39). Результати порівняння виявили однозначну приналежність стоку поверхневих вод території дослідження до басейну р. Дністер.

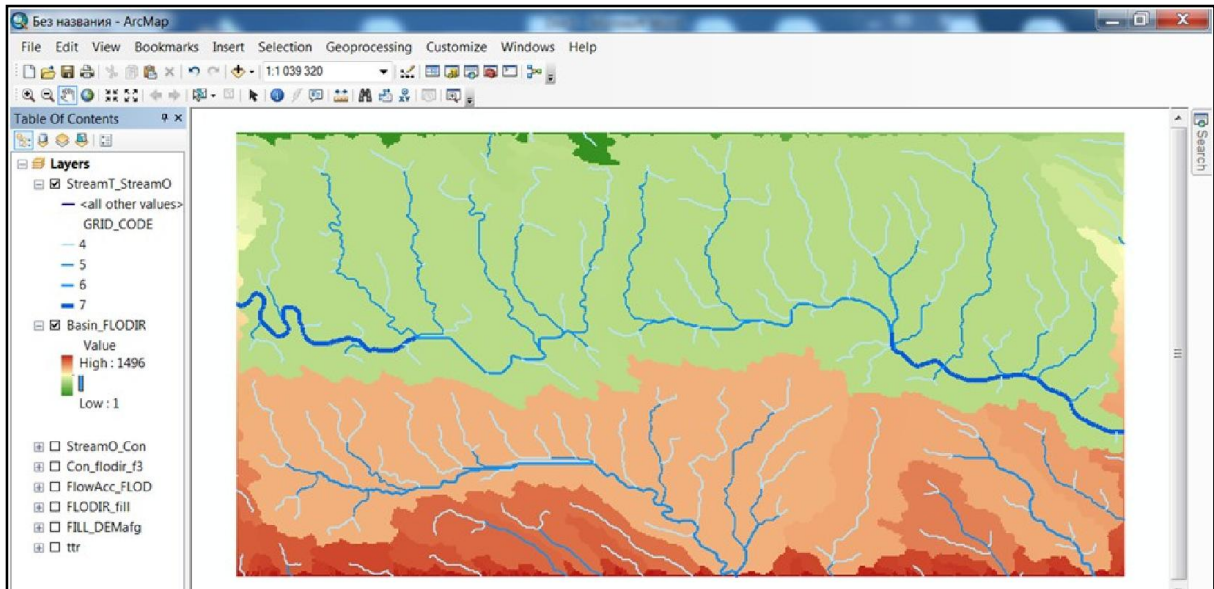


Рис. 39. Виділення меж річкових басейнів

Одержані результати було векторизовано (*RastertoPolygon*), що в свою чергу суттєво зменшило територію пошуку та дозволило підвищити рівень детальності її подальшого дослідження (рис. 40).

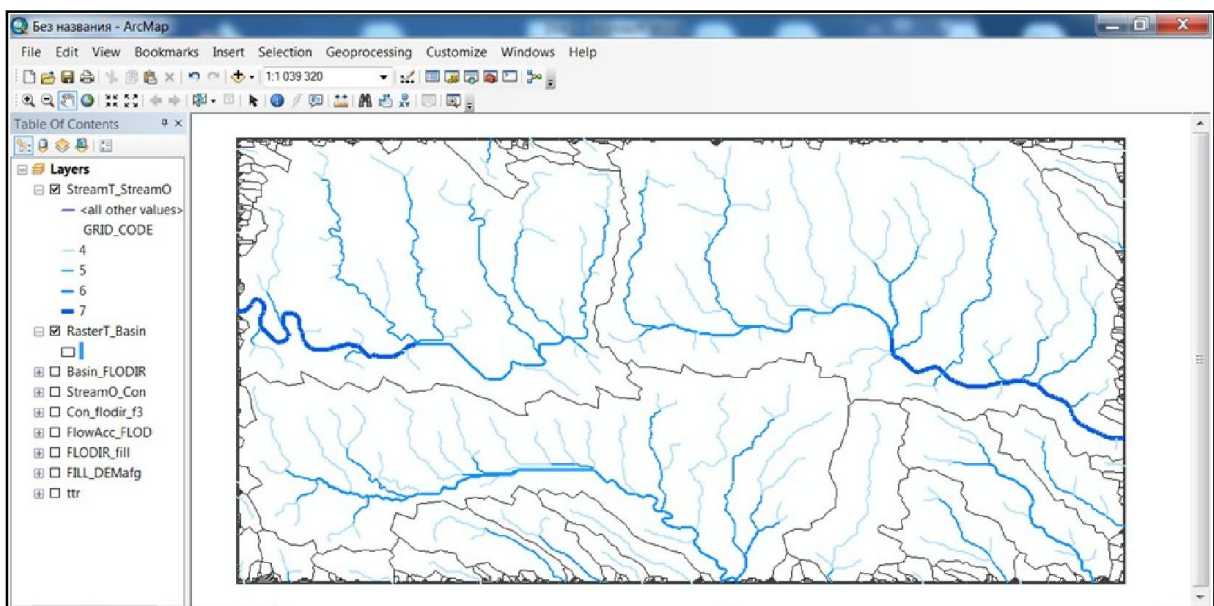


Рис. 40. Векторизовані межі території річкових басейнів



### 3.2. Аналітичне дешифрування для гідрологічно-коректного моделювання території

Попередній гідрологічний аналіз території дозволив суттєво обмежити область вишукувань. Для того, щоб підвищити якість результатів моделювання слід надати геоінформаційній системі додаткові (оптимально – більш якісні) вихідні дані. У зв'язку з тенденцією масового старіння та невчасного поновлення планово-картографічних матеріалів, основний акцент було зроблено на ортофотоплани Держгеокадастру (рис. 41), які за планово-висотною точністю на території сільських населених пунктів відповідають масштабу 1:10 000.



Рис. 41. Покриття території дослідження ортофотопланами

Цифрове моделювання з використанням функції *Topo to Raster* (рис. 19) включає можливість залучення додаткових шарів, зокрема: *висотних точок* – *TopoPointElevation* (одержано за даними файлів SRTM); *меж території моделювання* – *TopoBoundary* (одержано після попереднього гідрологічного аналізу території та для наочності показано на рис. 32 червоним прямокутником); *водотоків* – *TopoStream*; *ставків та озер* – *TopoLake*; *узбережжя* – *TopoCoast*; *скель* – *TopoCliff* (чотири останніх наведених шари дешифровано за прямими ознаками по ортофотоплану). Особливості дешифрування об'єктів за прямими ознаками полягали у пошуку відповідності наведеним умовам[28]:

- *велика річка* (в даному випадку – Дністер)– ширина русла 200-450 м, зображується широкою звивистою смугою. Відтінок зображення поверхні води змінюється від світло-сірого до темно-сірого в залежності від глибини річки, характеру дна та моменту знімання. Постійні притоки дешифруються по аналогічних ознаках.

- *мала річка* (русло) зображується на знімку у вигляді звивистої смуги приблизно однакової ширини, сірого або світло-сірого відтінку. Зазвичай дешифруються за напрямом звивистої лінії на зернистому фоні лісу, вздовж русла, а також за умовами рельєфу місцевості під час детального огляду.

- *пересихаючі потоки* зображуються світлою звивистою лінією, проглядається русло.

- *береги урвисті* без пляжу зображуються у вигляді темно-сірої або чорної смужки (тіні від обривів), прилягаючої до поверхні води.

- *берегові відмілини* зображуються у вигляді плям різноманітної форми світло-сірого або майже білого тону, що різко виділяються на темному фоні води, або у вигляді паралельних світлих смуг, що чергуються з темними смугами води.

- *постійні струмки* зображуються у вигляді вузьких звивистих лінійних об'єктів сірого відтінку

- *канави* характеризуються прямолінійними контурами, плавністю згинів, наявністю вузької смуги деревної і чагарникової рослинності вздовж берегів.

- *озера* розпізнаються за замкнутою звивистою лінією берегів, за рівним одноманітним відтінком зображення поверхні води.

- *скелі* дешифруються за більшою крутизною оголеного без рослинного покриву і характерною посіченою формою. Скелясті гребені дешифруються за аналогічними ознаками.

- *обриви* зображуються вузькими смугами світлого відтінку (у випадку освітлення прямими сонячними кутами).
- *сухі русла річок* характерні для районів з надзвичайно малою кількістю опадів. На знімках проявляються у вигляді звивистих смуг різної ширини і відтінку.

Для полегшення дешифрування та можливості додавання атрибутивних ознак (висота, ширина, глибина ерозійних форм рельєфу) застосовувався фрагмент топографічної карти масштабу 1:100000 (рис. 42).



Рис. 42. Фрагмент топографічної карти масштабу 1:100000 території дослідження

Результати дешифрування додаткових шарів за даними ортофотопланів наведено на рис. 43.

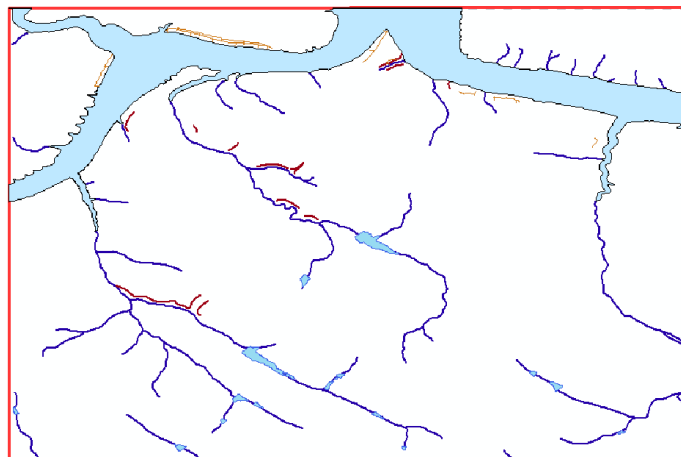


Рис. 43. Результат дешифрованих додаткових вихідних даних

### 3.3. Перенесення проекту в натуру та закріплення його на місцевості

Вихідними даними для перенесення в натуру слугували матеріали, розраховані в питанні 2.4.5 (зокрема координати попередньо визначених точок GPS\_1 та GPS\_2, дирекційні кути та відстані на 9 точок, що утворюють геометрію водного дзеркала і містяться в таблиці 6. Окрім того, в питанні 2.4.4 наведено перелік координат точок, що утворюють контур прибережної захисної смуги.

Для виконання робіт по перенесенню елементів проектування в натуру застосовувався ГНСС приймач та електронний тахеометр (рис. 44). Геодезичний супутниковий приймач двох частотний та підтримує GPS/ГЛОНАСС і може функціонувати в системах RTK. Електронний тахеометр спроможний забезпечити вимірювання горизонтальних кутів з точністю  $5''$ , містить  $30^{\times}$  збільшення; визначає довжини на відстанях до 4 км з відбивачем та до 500 м без відбивача.



Рис. 44. Засоби для польових робіт:

а – ГНСС приймач SokkiaGCX3; б – електронний тахеометр Sokkia-iAM-55

Технологія проведення робіт полягала в початковому встановленні ГНСС-приймача на точку GPS\_2, а електронного тахеометра на точку GPS\_1. Після приведення їх в робоче положення та відповідних перевірок, зорова труба тахеометра візувалася на антену ГНСС-приймача та на екрані



дисплею встановлювався визначений дирекційний кут. Після чого, встановлювалися інші значення дирекційних кутів та відстаней на точки: 5,6,7,8.

Далі, ровер та штатив тахеометра замінювалися місцями, і перенесення точок відбувалося аналогічно з пункту GPS\_2. При цьому, за визначеними дирекційними кутами і відстанями перенесено точки: 1,2,3,4,9.

Контроль проведення робіт полягав у кінцевому візуванні на встановлений на точці GPS\_1 ГНСС-приймач і перевірці розрахованого значення дирекційного кута. Положення точок фіксувалося деревинними межовими знаками.

Окремо, ГНСС-приймачем в режимі RTK проводилося перенесення розташування 36 координат (табл. 3), що утворювали межу прибережної захисної смуги (рис. 28). Це було можливо (рис. 45), оскільки місцевість району проведення робіт була відкритою, незабудованою та позбавленою деревної і чагарникової рослинності.



Рис. 45. Загальна схема перенесення проектних відміток межі прибережної захисної смуги в режимі RTK

### **3.4. Обґрунтування техніко-економічних показників штучної водойми**

Основні дані про стан рибогосподарської технологічної водойми, водний режим, фізико-географічні та технічні характеристики водойми і гідротехнічних споруд, за рахунок яких вона створена та функціонує, рибопродуктивність, комплекс графічних матеріалів та креслень містяться в паспорті рибогосподарської технологічної водойми.

Паспорт розробляється уповноваженими підприємствами, установами, організаціями, що належать до сфери управління центрального органу виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері рибного господарства.

Основні джерела вихідної інформації для розробки Паспорта:

1. матеріали комплексних польових обстежень водойми та джерела водопостачання;
2. дані багаторічних спостережень за режимом поверхневих і підземних вод;
3. відомості про природні умови регіону;
4. архівні матеріали про екстремальні показники гідрометеорологічних характеристик;
5. топографічні та тематичні карти, плани та креслення, складені за матеріалами комплексних польових обстежень водойми;
6. матеріали проекту даної водойми, фондів і оперативні дані наукових та проектних організацій;
7. дані водообліку та водоспоживання;
8. дані Державного земельного кадастру та природно-сільськогосподарське районування території водойми та джерела водопостачання[28].

Відповідно до наведеного переліку під час дослідження зібрано інформацію стосовно природно-кліматичних умов території (пункт 2.1), топографічних карт (рис. 42) та ортофотопланів місцевості (рис. 41), залучено дані Державного земельного кадастру у розрізі землевласників та землекористувачів (рис. 11). Дані водообліку та водоспоживання можуть

бути визначені за показниками середньорічної кількості опадів та водозбірних площ. Геологічні дані (рис. 9) бралися до уваги поверхнево, оскільки їх деталізація на район проведення робіт відповідає масштабу 1:200000, що є недостатнім та потребує комплексу спеціальних геологорозвідувальних робіт.

Матеріали проекту даної водойми знаходяться на стадії узгодження. Відсутність проведених геологорозвідувальних робіт унеможливорює достовірне визначення пропускнуої спроможності ґрунту а також матеріалу інфільтраційної плівки. В будь-якому випадку, наявність додаткових параметрів дозволяє оперативно визначити нову геометрію водойми та необхідний баланс земляних робіт для задоволення заявлених техніко-економічних показників.



Рис. 46. Приклад облаштування дна штучної водойми з метою мінімізації втрат води

### 3.5. Розрахунок балансу земляних робіт

Проектування [36] горизонтального майданчика – одна із задач вертикального розпланування за умови мінімуму земельних робіт і балансу мас (рівність об’ємів виїмки і насипу).

Територію яку планують, розбивають на квадрати зі сторонами 10,20,40 або 50 м у залежності від складності рельєфу.

Визначають фактичні висоти вершин квадратів по горизонталям на топографічному плані масштабів 1:500, 1:2000 або за допомогою геометричного нівелювання і підписують на плані майданчика (рис. 47 а)

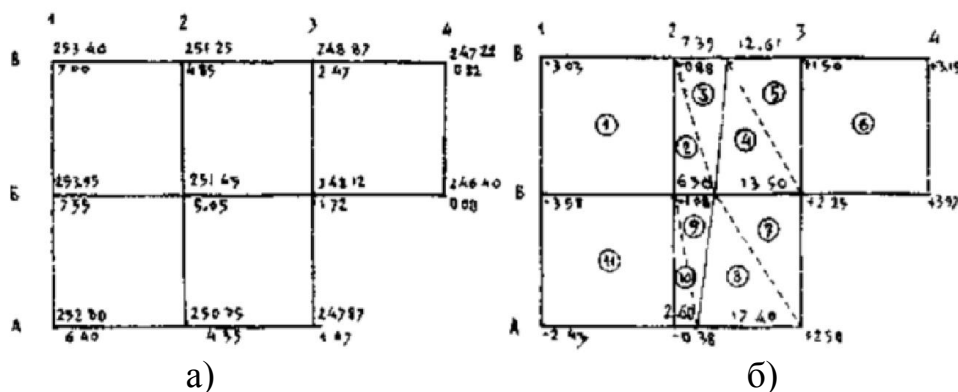


Рис.47. Розрахунок балансу земляних робіт:

а – план майданчика, б – картограма земляних робіт.

Умовні відмітки обчислюють за формулою (1) і підписують на плані:

$$h_y = H_i - H_{min} \quad (1)$$

де  $H_i$  – висота поверхні в вершині даного квадрата;  $H_{min}$  – мінімальна висота вершини квадрату.

Проектну висоту майданчика знаходять за формулою (2):

$$H_n = H_{min} + \frac{\Sigma h_y(1) + 2\Sigma h_y(2) + 3\Sigma h_y(3) + 4\Sigma h_y(4)}{4*n} \quad (2)$$

де  $h_y$  – умовна відмітка, а індекси в дужках показують кількість квадратів, для яких ця відмітка є загальною;  $n$  – кількість квадратів.

Якщо у квадраті робочі відмотки з різними знаками, то в ньому проходить лінія нульових робіт – це лінія з робочою відміткою, яка дорівнює 0. Лінія нульових робіт є межею між ділянками насипу і виїмки ґрунту.

Для побудови лінії нульових робіт на сторонах квадратів знаходять положення точок нульових робіт за формулами:

$$l_1 = \frac{|hp1|}{|hp1|+|hp2|} * d, \quad l_2 = \frac{|hp2|}{|hp1|+|hp2|} * d \quad (3)$$

де  $l_1$  і  $l_2$  – відстань від вершини квадратів до точки нульових робіт;  $d$  – сторона квадрата в метрах.

Контролем є рівність сум  $l_1$  і  $l_2$  відстані по стороні квадрата –  $a$ .

Відкладаючи від однієї вершини квадрата відстань, рівну  $l_1$ , а від другого –  $l_2$ , отримують на картограмі точку нульових робіт. Аналогічно знаходять точки нульових робіт по інших сторонах квадратів і, з'єднуючи їх штрих-пунктиром, отримують межу виїмки і насипу.

Об'єм земляних робіт визначають окремо для виїмки і насипу. Об'єм ґрунту в повному квадраті знаходять за формулою:

$$V = \frac{\Sigma hp}{4} * Sk \quad (4)$$

де  $\Sigma hp$  – сума робочих відміток;  $Sk$  – площа квадрата.

Неповні квадрати, ті в яких проходять лінії нульових робіт, розмічують на трикутники і пронумеровують кожну фігуру; об'єм ґрунту знаходять за формулою:

$$V = \frac{\Sigma hp}{3} * Sm; \quad Sm = l_1 \frac{a}{2} \quad (5)$$

де  $a$  – сторона квадрата.

Всі обчислення вводять у відомість, де визначають об'єм виїмки  $V_v$  і  $V_n$ .

Після чого перевіряють баланс земляних робіт за формулою:

$$\Delta V = \frac{|V_v| - |V_n|}{|V_v| + |V_n|} * 100\% \quad (6)$$

В середовищі ArcGIS розрахунок об'ємів земляних робіт виконується (рис. 48) шляхом залучення функції різниці поверхонь (*DifferenceSurface*).

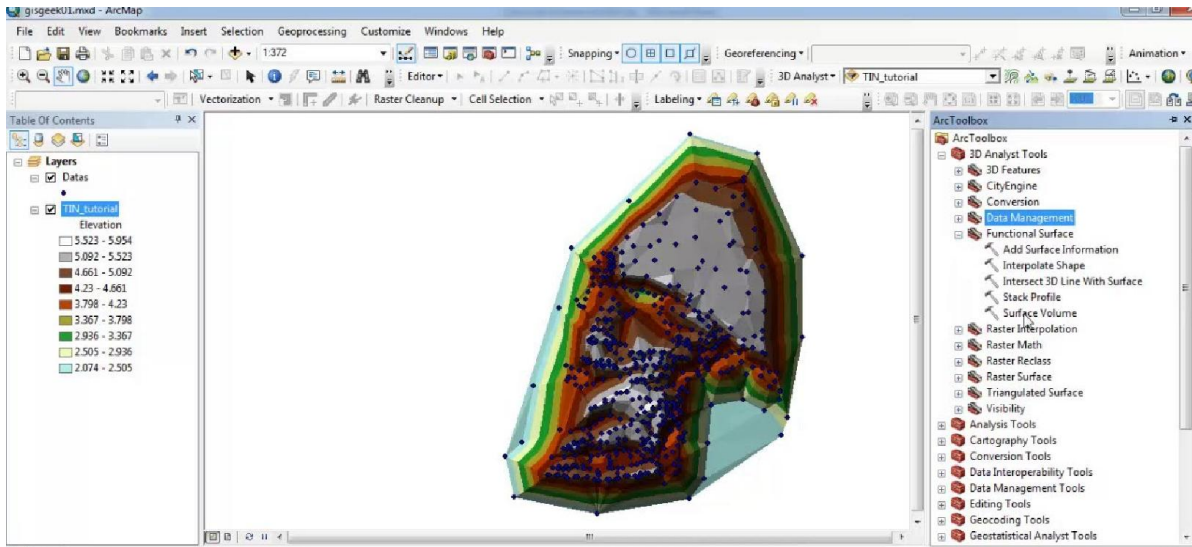


Рис. 48. Розрахунок об'ємів земляних робіт через різницю поверхонь в середовищі ArcGIS

При цьому, вихідні дані – ділянки перекриття поверхонь відносно їх геометричного центру. Окрім двовимірної поверхні, TIN утворює сукупність трикутників між поверхнями, що здійснює перехід до третього виміру. При цьому, ГІС аналізує розміщення трикутників першої поверхні відносно заданої базової. Додаткові елементи трикутника утворюють об'єм фігури. Сума об'ємів фігур з різними знаками і утворює значення балансу земляних робіт відносно заданих параметрів моделювання. Варто зауважити, що в обох поверхнях повинна бути ідентична система координат.

### Висновки до розділу 3

В результаті попереднього гідрологічного аналізу території, визначено межі області інтересу для детальнішого моделювання та встановлено приналежність її стоку до басейну р. Дністер.

Виконання детальнішого моделювання передбачало залучення даних дистанційного зондування у вигляді ортофотопланів Держгеокадастру (масштабу 1:10000). За прямими дешифрувальними ознаками формувалися додаткові векторні шари: мережа водотоків, ставків, узбережжя та скелі. Така деталізація дозволяла в подальшому створювати гідрологічно коректну модель місцевості (другий розділ, рис. 20) та надавати достовірні результати.

З'ясовано технологію та особливості перенесення проекту штучної водойми в природу з використанням топографо-геодезичного обладнання – ГНСС-приймача Sokkia GCX3 та електронного тахеометра Sokkia-iAM-55.

Обґрунтовано зібрані вихідні дані для розрахунку техніко-економічних показників, що дозволяє в майбутньому оперативно здійснювати різні варіанти моделювання водойми (з різним корисним об'ємом та площею водного дзеркала).

Наведено обчислення балансу земляних робіт традиційно та в середовищі ГІС-засобу ArcGIS з використанням поверхонь. Таким чином, при зміні техніко-економічних показників одразу можна врахувати основні витрати, спричинені земляними роботами.

## ВИСНОВКИ

Геодезичні роботи – один з найважливіших, найнеобхідніших і відповідальних етапів, спрямованих як і на попередні вишукування (наприклад за даними ДЗЗ), так і на реалізацію результатів проектування і з їх закріпленням на місцевості.

Сучасний рівень розвитку ГІС-засобів, доступність відкритих геопросторових даних, їх достатня точність дозволяють мінімізувати частку дороговартісних традиційних інженерних вишукувань з використанням інструментальної зйомки. Глобальні висотні дані, приміром SRTM за вертикальною точністю задовольняють нормативні вимоги щодо відповідності топографічним картам масштабу 1:100000, а на рівнинній місцевості навіть 1:25000. Таким чином з'являється можливість здійснення оперативного моделювання та попереднього гідрологічного аналізу місцевості.

Наразі, в середовищі ArcGIS досягається однозначне визначення місцезонашування майбутнього об'єкту водного фонду у вибраній системі координат, розрахунок якісних, кількісних та правових характеристик (оверлейне накладання шарів). Потужний інструментарій для аналізу дозволяє одержати значення необхідні для складання розмічувальних елементів креслень.

Сучасні інструментальні засоби ГНСС та електронні тахеометри дозволяють імпортувати обчислені елементи в пам'ять пристроїв та одразу з них здійснювати перенесення проектних рішень на місцевість. Окрім планової ситуації, середовище ArcGIS дозволяє обчислювати об'єми земляних робіт як різницю двох поверхонь.

Таким чином в середовищі ArcGIS можна провести весь комплекс заходів щодо моделювання водойми та підготовки відповідних проектних матеріалів для подальших топографо-геодезичних робіт.



## **ДОДАТКИ**

## ДОДАТОК А

### Тези виступів на науково-практичній конференції

**Мар'яна Федашук**

Науковий керівник – асист. Ранський М. П.

#### **Порівняльна оцінка візуальних результатів тривимірного моделювання для топографічного картографування гірських територій**

Моделювання є одним з найбільш ефективних методів наукових досліджень, який полягає у побудові й вивченні спеціальних об'єктів (моделей), властивості яких подібні до найбільш важливих, з погляду дослідника, властивостей досліджуваних об'єктів (оригіналів). У більш широкому розумінні, моделювання являє собою наукову дисципліну, у якій вивчаються методи побудови й використання моделей для пізнання реального світу.

Тривимірне моделювання вимагає відповідних інструментів, методик та даних. Технології геоінформаційних систем, що надають широкі можливості по інтеграції та спільному аналізу даних з різних джерел, стають дедалі популярним і затребуваним інструментом для виконання різноманітних завдань практично в усіх сферах діяльності. Потреба в реалістичному відображенні навколишнього світу збільшує значимість одного з найбільш перспективних напрямків застосування ГІС – побудову віртуальних моделей.

Тривимірні фотореалістичні візуалізації територій методами комп'ютерної графіки і створення тривимірних ГІС здатні змінити технологію та практику історичних досліджень. Оскільки геометричному опису нашого світу властива третя координата, засоби тривимірного моделювання стали невід'ємним компонентом сучасних ГІС. Крім інформації про висоту об'єктів, третя координата може служити характеристикою будь-яких процесів або явищ (температури, забруднення, тощо) та використовуватися для їхнього просторового подання.

Тривимірне моделювання місцевості є невід'ємним процесом топографічного картографування і дозволяє отримати традиційні похідні елементи, зокрема значення абсолютних відміток висот та горизонталей.

Аналіз результатів моделювання надає багато різноманітних можливостей. Зокрема, це і побудова картосхем крутизни та екс-

позиції схилів, побудова профілів місцевості, визначення зон видимості з точки спостереження та визначення взаємної видимості між точками та інше.

Ситуація рельєфу на топографічних картах зображується у вигляді лінійних елементів, що називаються горизонталлями. Значну частину аркушів трапезій займають і несуть смислове навантаження щодо сприйняття характеру рельєфу, можливості визначення висотних відміток саме ці елементи. Окрім того, у вигляді окремих точкових об'єктів наносяться висотні відмітки абсолютних висот, пункти ДГМ та нівелірних мереж, опорні точки, окремі характерні відмітки рельєфу. Для кожного картографічного зображення залежно від значення масштабу встановлюються згідно з "Основними положеннями створення та оновлення топографічних карт" певні значення перерізу рельєфу, які залежать від характеристик зображуваної території.

Функціональні можливості спеціалізованих геоінформаційних програмних продуктів Global Mapper та Vertical Mapper дозволяють за різними методами проводити інтерполяцію та одержувати результати у вигляді горизонталей (поліліній) із заданим значенням перерізу.

Переважає більшість інженерно-геодезичних задач у гірській місцевості розв'язуються на топографічних картах масштабу 1:100000 – 1:200000. Оскільки вихідні висотні дані радарної зйомки SRTM за геометричними характеристиками вертикальної точності для районів гірської місцевості відповідають нормативним значенням, прийнятим для масштабу 1:100000, то задане нами значення перерізу становить 20 м. Варто зауважити, що система координат і проєкція в обох випадках були ідентичними (WGS 84), однак Global Mapper дещо витягує зображення.

Для більш об'єктивної оцінки результатів побудови горизонталей в перспективі дослідження передбачається нанесення згідно з каталогом пунктів ДГМ – точкових об'єктів з еталонними значеннями висот, а також зменшення значення перерізу рельєфу. Таким способом можна буде встановити близькість побудованих горизонталей до еталонних значень та середньоквадратичні похибки побудови горизонталей.

#### **Список літератури**

1. Airborne and terrestrial laser scanning. Edited by George Vosselman and Hans-Gerd Maas. UK : Whittles Publishing, 2011. 318 p.

ДОДАТОК Б

Сертифікат учасника IV Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених  
«Гідротехнічне будівництво: минуле, сьогодення, майбутнє»



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Airborne and terrestrial laser scanning. Edited by George Vosselman and Hans-Gerd Maas. – UK: Whittles Publishing, 2011. – 318 p.
2. DEM, DSM & DTM Differences – A Look at Elevation Models in GIS [Електроннийресурс] // GISGeography. – 2016. – Режимдоступудоресурсу: <https://gisgeography.com/dem-dsm-dtm-differences/>.
3. Hill L. L. Georeferencing: The Geographic Associations of Information (Digital Libraries and Electronic Publising) / L. L. Hill. – 2006. – 272 p.
4. Hirt, C. (2014). "Digital Terrain Models". Encyclopedia of Geodesy: 1–6. doi:10.1007/978-3-319-02370-0\_31-1. ISBN 978-3-319-01868-3. Retrieved February 10, 2016.
5. QGIS [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/QGIS>.
6. Sigg C. Representation and Rendering of Implicit Surfaces : дис. докт. / Sigg Christian – Zurich, 2006. – 162 с.
7. The Shuttle Radar Topography Mission [Електроннийресурс] / [T. G. Farr, P. A. Rossen, E. Caro таін.] // California Institute of Technology. – 2007. – Режимдоступудоресурсу: [www2.jpl.nasa.gov/srtm/SRTM\\_paper.pdf](http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/SRTM_paper.pdf)
8. United States National Map Accuracy Standards: U.S. Bureau of the Budget, 1947, Washington, D.C.
9. Vector Overlay Processing - Specific Theory [Електроннийресурс] – Режимдоступудоресурсу : [https://geogra.uah.es/patxi/gisweb/VOModule/VO\\_Theory.pdf](https://geogra.uah.es/patxi/gisweb/VOModule/VO_Theory.pdf)
10. Vegetation height estimation from Shuttle Radar Topography Mission and National Elevation Datasets [Електроннийресурс] / [J. Kellndorfer, W. Walker, P. Leland таін.] // Remote Sensing of Environment. – 2004. – Режимдоступудоресурсу: <https://pubag.nal.usda.gov/download/38817/PDF>.

11. What Is Surface Rendering [Електроннийресурс] // Techwalla – Режимдоступудоресурсу: <https://www.techwalla.com/articles/what-is-surface-rendering>.
12. World Geodetic System 1984, WGS 84 // TR 8350.2, Third Edition. –The National Imagery and Mapping Agency (NIMA), 2000.
13. Аналіз підходів щодо створення цифрових моделей рельєфу/ В. Зацерковний, Н. Руль, Л. Плічко, С.Кривоберець // Технічні науки та технології. – 2017. – № 1 (7). – С. 87-97.
14. База топографічних даних. Правила цифрового опису рельєфу : СОУ 71.12 - 37 – 948:2014. – Київ : Стандарт Мінагрополітики України, 2014. – 43 с.
15. Банк геодезичних даних державної геодезичної мережі та геодези-чних мереж згущення [Електронний ресурс] // Науково-дослідний інститут ге-одезії і картографії. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <http://dgm.gki.com.ua/>.
16. Берлянт А. М. Виртуальные геоизображения. – М.:Научный мир, 2001.
17. Бобрышева К. Ю. Спортивне орієнтування: підготовка основи для створення карти / К. Ю. Бобрышева. // Київський національний університет імені Тараса Шевченка. – 2015. – С. 13–21.
18. Большаков В. Д. Справочник геодезиста / В. Д. Большаков. – Москва: Недра, 1975. 419-421 с.
19. Бурштинська Х. В. Аерокосмічні знімальні системи: підручник / Х. В. Бурштинська, С. А. Станкевич. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 316 с.
20. Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 1999. – N 5-6 – с. 46 – Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність [Електронний ресурс] // Конституція України. – 1999. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/353-14>.

21. Войтенко С. П. Математична обробка геодезичних вимірів / С. П. Войтенко., 2003. – 216 с. – (КНУБА).
22. Воловик В. М. Географія в інформаційному суспільстві / В. М. Воловик. – Вінниця: Вінницький державний педагогічний університет ім.М.Коцюбинського, 2019. – 55 с.
23. Геодезія в природокористуванні – Львів: Національний університет "Львівська політехніка", 2008. – 288 с.
24. Геоінформаційна система SAS.Planet [Електронний ресурс] // Saagis.org. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.sasgis.org/>.
25. Геоінформаційні системи і бази даних : монографія. – Кн. 2 / В. І. Зацерковний, В. Г. Бурачек, О. О. Железняк, А. О. Терещенко. – Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2017. – 237 с.
26. Геоінформаційні технології в екології : Навчальний посібник / Пітак І.В., Негадайлов А.А.
27. Геопортал адміністративно-територіального устрою України [Електронний ресурс] // Науково-дослідний інститут геодезії і картографії. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <http://atu.minregion.gov.ua/>.
28. Гуцул. Т. В. Практикум геоінформаційного картографування: Навчальний посібник / Т. В. Гуцул, Я. П. Скрипник. – Чернівці: ЧНУ, 2012. – 115 с.
29. Дорожинський О. Л., Тукай Р. Фотограмметрія: Підручник. – Л.: Вид-во НУ «Львівська політехніка», 2008. – 332 с.
30. Кальніченко А. Штучні водойми: на яких землях створюються [Електронний ресурс] / А. Кальніченко // uteka.ua. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://uteka.ua/ua/publication/agro-4-zemlya-ta-zemelni-pravovidnosini-32-iskusstvennye-vodoemy-na-kakix-zemlyax-sozdayutsya>.
31. Карпінський Ю.О. Еталонна модель бази топографічних даних / Ю.О. Карпінський, А.А. Лященко., Р.В. Рунець // Вісник геодезії та картографії. – 2010. – №2. – С 28-36.

32. Кравчук И. М. Разработка методов вычисления нормальных высот по результатам спутниковых измерений в инженерно-геодезических работах : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 25.00.32 "Геодезия" / Кравчук Иван Михайлович – Москва, 2010. – 24 с.

33. Лебедева Н.І. Картографічні методи в екології: навчально-методичний посібник до лабораторних робіт для студентів напряму підготовки «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування». – Запоріжжя: ЗНУ, 2011. – 87 с.

34. Лозинський В. Топографічна карта. Методичні вказівки і завдання з курсу «Топографія» / Навч. Видання. – Львів, 2007.

35. Масікевич Ю.Г., Пляцук Л.Д., Шапорев В.П., Моїсеєв В.Ф./– Чернівці:, 2012.– 273с.

36. Основи інженерної геодезії: метод. вказівки до практ. робіт / уклад. М. П. Ранський ; Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича. - Чернівці : Рута, 2003. - 56 с.

37. Портал Національної інфраструктури геопросторових даних України [Електронний ресурс] // Національна інфраструктура геопросторових даних. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://nsdi.gov.ua/portal-nacionalnoii-infrastrukturi-geoprostorovih-danih-ukraiiini-zapuscheno>.

38. Порядок державної реєстрації земельної ділянки в Державному земельному кадастрі [Електронний ресурс] // WikiLegalAid. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: [https://wiki.legalaid.gov.ua/index.php/Порядок\\_державної\\_реєстрації\\_земельної\\_ділянки\\_в\\_Державному\\_земельному\\_кадастрі](https://wiki.legalaid.gov.ua/index.php/Порядок_державної_реєстрації_земельної_ділянки_в_Державному_земельному_кадастрі).

39. Порядок створення штучної водойми (ставок)[Електронний ресурс] // WikiLegalAid. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: [https://wiki.legalaid.gov.ua/index.php/Порядок\\_створення\\_штучної\\_водойми](https://wiki.legalaid.gov.ua/index.php/Порядок_створення_штучної_водойми).

40. Прибережні захисні смуги – потребують особливого ставлення [Електронний ресурс] // Головне управління Держгеокадастру. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://vinnytska.land.gov.ua/прибережні-захисні-смуги-потребуют/>.

41. Про затвердження Порядку розроблення паспорта рибогосподарської технологічної водойми [Електронний ресурс] // Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0027-14#Text>.

42. Проект відведення земельної ділянки [Електронний ресурс] // [zemlevporyadnik.com.ua](http://zemlevporyadnik.com.ua) – Режим доступу до ресурсу: <https://zemlevporyadnik.com.ua/proekt-zemleustroyu-vidvedennya.html>.

43. Публічна кадастрова карта України [Електронний ресурс] // Землевпорядник. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://zemlevporyadnik.com.ua/publiczna-kadastrova-karta.html>.

44. Сайт проекту SRTM. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://srtm.usgs.gov/>.

45. Світличний О.О., Плотницький С.В. Основи геоінформатики: Навчальний посібник / За заг. ред. О.О. Світличного. — Суми: ВТД «Університетська книга», 2006. — 295 с.

46. Словник-довідник з екології : навч.-метод. посіб. / уклад. О. Г. Лановенко, О. О. Остапішина. – Херсон : ПП Вишемирський В. С., 2013. – С. 43.

47. Став [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D0%B2>.

48. Тальвег [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Тальвег>.



49. Умовні знаки для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. [Електронний ресурс] // Мінекоресурсів України. – 2001. – Режим доступу до ресурсу: [https://gki.com.ua/files/uploads/documents/Norms/Ukrgeodesykart\\_norms/umovni\\_znaky\\_500-5000.pdf](https://gki.com.ua/files/uploads/documents/Norms/Ukrgeodesykart_norms/umovni_znaky_500-5000.pdf).

50. Уріз води [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Уріз\\_води](https://uk.wikipedia.org/wiki/Уріз_води).

51. Что такое SRTM? Данные SRTM, и где скачать SRTM [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://mapgroup.com.ua/articles/dzz/109-dannye-srtm-sposoby-polucheniya-dannykh>.

52. Щодо оформлення земель водного фонду [Електронний ресурс] // Головне управління Держгеокадастру. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://donetska.land.gov.ua/shchodo-oformlennia-zemel-vodnoho-fondu/>.