

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ
ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО

Факультет землевпорядкування та інфраструктурного розвитку

Кафедра геодезії і геоінформатики

Кваліфікаційна (дипломна) робота

освітнього ступеня «Магістр»

**на тему: «ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНІ РОБОТИ ПРИ ПРОЄКТУВАННІ
ШТУЧНИХ ВОДОЙМ ЗАСОБАМИ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ»**

Спеціальність 193 «Геодезія та землеустрій»

Виконала: студентка групи ЗВ-71з

Бендзяк Христина Степанівна

Науковий керівник: д.т.н., професор

Куліковська Ольга Євгенівна

Рецензент: _____

Львів 2025

РЕФЕРАТ

Топографо-геодезичні роботи при проєктуванні штучних водойм засобами ГІС-технологій. Бендзяк Х.С. Кваліфікаційна робота. Кафедра геодезії і геоінформатики. – Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького, 2025.

78 сторінок тексту А4, 7 таблиць 45 рисунків, 43 літературних джерел.

У роботі висвітлено роль геодезичних робіт у забезпеченні циклу проєктування — від попередніх вишукувань, у тому числі за даними ДЗЗ, до винесення проєктних рішень у натуру. Показано значення сучасних ГІС та високоточних геоданих, що дають змогу скоротити традиційні інструментальні знімання. Висотні моделі SRTM забезпечують необхідну точність для топографічних карт і гідрологічного аналізу. У ArcGIS виконуються визначення координат об'єктів, розрахунки характеристик, накладання шарів і підготовка даних для розмічувальних креслень. Використання ГНСС-приймачів та електронних тахеометрів забезпечує точне перенесення елементів проєкту в натуру, а розрахунок об'ємів земляних мас здійснюється за цифровими моделями поверхні. Сукупність цих інструментів дозволяє повноцінно моделювати водойми та формувати проєктні матеріали для топографо-геодезичних робіт.

ЗМІСТ

	ВСТУП	6
1	ТЕОРЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ ШТУЧНИХ ВОДОЙМ ТА ПРИНЦИПИ ЇХ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	8
1.1	Наукові підходи до формулювання та уточнення поняття «штучна водойма»	8
1.2	Законодавче забезпечення топографо-геодезичних робіт	11
1.3	Процедура відведення земельних ділянок для створення штучних водойм	13
1.4	Сучасні підходи до просторового та гідродинамічного моделювання водних об'єктів	19
2	МЕТОДИЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОНАННЯ ПРОЄКТНИХ РОБІТ	22
2.1	Аналіз географічних та природно-екологічних особливостей району проведення робіт	22
2.2	Джерела вихідних даних	25
2.3	Програмні засоби ГІС для моделювання та обробки геоданих	32
2.4	Створення цифрової моделі рельєфу району робіт	36
2.5	Моделювання водозбірної площі	42
2.6	Визначення ймовірного рівня водного дзеркала	45
3	ВИКОНАННЯ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ ПРИ АДАПТАЦІЇ ПРОЄКТУ ШТУЧНОЇ ВОДОЙМИ ДО РЕЛЬЄФУ ТЕРИТОРІЇ	48
3.1	Аналіз гідрологічних характеристик території на початковому етапі	48
3.2	Методи дешифрування для створення гідрологічно коректної моделі території	53
3.3	Кадастрове зонування обмежень щодо використання	55
3.4	Підготовка даних для перенесення проєкту в натуру та закріплення його на місцевості	58
3.5	Обґрунтування техніко-економічних показників штучної водойми	64
3.6	Розрахунок балансу земляних робіт	65
4	ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	70
	ВИСНОВКИ	73
	БІБЛОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	74

ВСТУП

Раціональне використання малопродуктивних сільськогосподарських угідь із перезволоженим режимом вимагає пошуку ефективних рішень, здатних поєднати екологічні, господарські та просторово-планувальні інтереси. Одним із таких рішень є створення штучних водойм у місцях, де природні умови рельєфу сприяють формуванню водного об'єкта. Подібні водойми можуть виконувати широкий спектр функцій: слугувати базою для риборозведення, забезпечувати рекреаційні потреби, зменшувати ризики підтоплення територій, підвищувати протипожежну стійкість ландшафту та вирішувати інші природоохоронні й господарські завдання. Попри очевидну практичну цінність, у спеціальній літературі цій темі приділено недостатньо уваги, а нормативно-правова база щодо проєктування штучних водойм залишається фрагментованою. Це зумовлює потребу в розробленні методичних підходів до організації таких об'єктів із використанням сучасних ГІС-технологій і забезпеченні належної реалізації проєктних рішень у правовому полі.

У дослідженні розглядаються інженерно-геодезичні вишукування як основа гідротехнічного будівництва та застосування геоінформаційних систем для проєктування штучної водойми. У роботі проаналізовано термінологічний апарат, пов'язаний зі створенням водойм, вивчено законодавче регулювання топографо-геодезичної діяльності, охарактеризовано структуру та зміст документації для відведення земель під такі об'єкти. Значну увагу приділено визначенню джерел вихідних даних, добору програмного забезпечення для їх геопросторової обробки, моделюванню водозбірної площі та проєктуванню параметрів дзеркала водойми, а також проведенню кадастрового зонування територіальних обмежень. Окремо розглянуто організацію перенесення проєктних відміток у натуру та закріплення їх на місцевості.

Теоретична база дослідження спирається на фундаментальні положення картографії та геоінформаційного картографування, сформульовані у працях провідних учених. Опрацювання сучасних наукових джерел підтверджує високу

результативність використання ГІС-технологій у різних сферах, що створює передумови для їх ефективного застосування у гідротехнічному проектуванні. Для виконання роботи застосовано комплекс взаємодоповнювальних методів: монографічний для уточнення термінології, систематизацію нормативних документів, структурно-графічний для визначення логіки виконання землевпорядних процедур, ГІС-картографування для підготовки й аналізу геоданих, моделювання — для створення цифрової моделі рельєфу та визначення варіантів водозбору, а також інструментальні методи вимірювань і спостережень під час виконання польових робіт.

У роботі послідовно висвітлено комплексний процес проектування штучної водойми на основі відкритих геопросторових даних з подальшим перенесенням проєктних елементів на місцевість. Реалізація такого підходу підвищує ефективність використання земельної ділянки, сприяє зростанню її нормативної грошової оцінки, розширює можливості господарського використання та покращує стан прилеглої території. Створений об'єкт може стати цінним елементом ландшафту, а в умовах надзвичайних ситуацій виконувати додаткові захисні функції, зокрема як протипожежна водойма.

1 ТЕОРЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ ШТУЧНИХ ВОДОЙМ ТА ПРИНЦИПИ ЇХ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1.1 Наукові підходи до формулювання та уточнення поняття «штучна водойма»

У сучасній науковій і нормативно-правовій літературі поняття «штучна водойма» трактується по-різному залежно від мети дослідження та функціонального призначення об'єкта.

Штучна водойма - це створене людиною штучне заглиблення у земній поверхні, у якому **нагромаджується та утримується вода** природного або штучного походження; такий водний об'єкт є **безстічним або зі сповільненим стоком**, і відрізняється від природних водойм наявністю **штучно сформованої берегової лінії та гідротехнічних споруд** [21].

Згідно з Водним кодексом України (ст. 1), **штучна водойма (ставок, водосховище)** - це водний об'єкт, **створений внаслідок спорудження гребель, дамб, каналів або інших гідротехнічних споруд** для накопичення та використання води з різними цілями - господарськими, енергетичними, рекреаційними чи екологічними [5].

Таким чином, під поняттям «штучна водойма» розуміють не лише геоморфологічне утворення, але й комплекс інженерно-технічних і природних елементів, який функціонує як **єдина водогосподарська система**.

Класифікація штучних водойм. Залежно від способу створення, розмірів, гідрологічного режиму та призначення, розрізняють три основні види штучних водойм:

Водосховище – велика штучна водойма, створена внаслідок перекриття русла річки греблею (рис. 1), призначена для регулювання стоку, роботи гідроелектростанцій, водопостачання, зрошення, риборозведення або інших господарських потреб [23].

Ставок — відносно невелика водойма, яка утворена в результаті спорудження земляної або бетонної греблі на малих річках чи балках; використовується для зрошення, технічного водопостачання, рекреації або рибного господарства.

Кар'єрні та інші техногенні водойми — утворюються внаслідок заповнення водою відпрацьованих кар'єрів, котлованів або інших техногенних заглиблень; мають специфічний гідрохімічний склад води і можуть використовуватись у рекультиваційних, екологічних або енергетичних цілях.

Сучасні підходи до визначення штучних водойм також враховують екологічний та просторово-планувальний аспект. Такі водойми виступають не лише як елементи водогосподарської інфраструктури, але й як частини природно-техногенного ландшафту, що впливають на мікроклімат, біорізноманіття та рекреаційну привабливість території.

З огляду на це, у науковій практиці дедалі частіше застосовується поняття «антропогенно модифікована водна система», яке об'єднує природні та штучні водойми, пов'язані між собою загальним водним балансом і техногенним впливом людини.



Рис. 1.1 Водосховище

Водосховища поділяються на 2 типи: озерні й річкові. Для водоймищ озерного та типу характерне формування водних мас, істотно відмінних за своїми фізичними властивостями, хімічним складом та мінералізацією води приток. Течії в цих водосховищах річкового (руслового) типу мають витягнуту форму, течії в них зазвичай стокові; водні маси за своїми характеристиками близькі до річкових вод [23].

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. 1.2) [26].



Рис 1.2 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 м³ (понад 1 млн м³ –водосховище). Ставки наповнюються водою завдяки поверхневому та підземному стокам [26].

3. Канал (водний канал, наземний водовід) – гідротехнічна споруда (рис.1.3 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 [29].



Рис. 1.3 Водний канал

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

1.2 Законодавче забезпечення топографо-геодезичних робіт

Топографо-геодезична та картографічна діяльність істотно впливає на економічний розвиток держави, забезпечуючи ефективне управління територіями, ресурсами та науково-технічний прогрес у суміжних сферах. Її виконання регламентується Законом України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність», а також нормативно-правовими та технічними актами Кабінету Міністрів України й центральних органів виконавчої влади.

Базовим нормативним документом у галузі є зазначений Закон. Стаття 1 визначає державну геодезичну мережу як систему пунктів, що забезпечує поширення координат на всю територію держави і слугує основою для створення інших мереж. Постанова КМУ від 8 червня 1998 р. № 844 встановлює, що ДГМ складається з планової та висотної мереж, пункти яких мають бути суміщені або мати надійний геодезичний зв'язок.

Планова мережа включає: астрономо-геодезичну мережу 1 класу; геодезичну мережу 2 класу; мережу згущення 3 класу.

Висотна мережа охоплює: нівелірну мережу I–II класів; нівелірну мережу III–IV класів.

Закон також надає визначення ключовим термінам. Топографо-геодезична і картографічна діяльність охоплює роботи зі встановлення параметрів фігури та гравітаційного поля Землі, визначення координат точок, створення і оновлення геодезичних та гравіметричних мереж, мереж супутникових станцій, виготовлення топографічних і тематичних карт, цифрових моделей місцевості та картографічної основи для державних кадастрів і баз геопросторових даних. Вона також включає розроблення й застосування сучасних технологій збору, аналізу та візуалізації геопросторової інформації.

Топографо-геодезичні та картографічні роботи - це створення геодезичних, топографічних, фотограмметричних і картографічних матеріалів, зокрема за допомогою аерофотознімання, супутникових методів і формування цифрових даних.

Відповідно до статті 4 Закону, об'єктами цієї діяльності є територія України, включно з водними об'єктами, населеними пунктами, промисловими та гідротехнічними об'єктами, континентальним шельфом, виключною економічною зоною, а також усі природні та антропогенні об'єкти, що потребують відображення в картографічних матеріалах і базах геоданих. Стаття 5 визначає суб'єктів такої діяльності: Кабінет Міністрів України, Міністерство оборони, інші центральні органи влади, місцеве самоврядування, а також юридичні й фізичні особи, що мають належне технічне та кадрове забезпечення. Обов'язковою є участь сертифікованого інженера-геодезиста, дані про якого вносяться до Єдиного державного реєстру сертифікованих фахівців, що веде Держгеокадастр.

Стаття 10 Закону визначає основні вимоги до виконання робіт: дотримання стандартів і техрегламентів; застосування цифрових технологій, ГІС, ДЗЗ та GNSS; забезпечення технічної підтримки для створення й оновлення цифрових карт; безпечність робіт; коректне відображення державного кордону та адміністративних меж; збереження та актуалізація картографічних матеріалів; розвиток геодезичної та картографічної основи; робота у єдиній державній системі координат і висот (УСК-2000, БСВ-1977).

До 2011 року діяльність підлягала ліцензуванню, однак нині застосовується система професійної сертифікації інженерів-геодезистів, що відповідає міжнародним підходам.

У 2024–2025 роках триває адаптація державної мережі до європейських систем координат (EUREF, EVRS), посилюється відкритість національної інфраструктури геопросторових даних, активно впроваджуються GNSS-технології, БПЛА, LiDAR і високоточне аерофотознімання. Підтримується перехід на формати даних, сумісні з директивою INSPIRE.

Отже, сучасне нормативне регулювання топографо-геодезичної та картографічної діяльності в Україні базується на принципах цифровізації, відкритості та професійної відповідальності. Перехід від ліцензування до

персональної сертифікації фахівців та електронного обліку робіт наближає національну систему до міжнародних стандартів.

1.3 Процедура відведення земельних ділянок для створення штучних водойм

Процедура відведення земельних ділянок для створення штучних водойм являє собою комплекс взаємопов'язаних правових, організаційних та технічних заходів, спрямованих на формування земельної ділянки водного фонду та забезпечення її раціонального й законного використання відповідно до вимог чинного законодавства України.

Перший етап передбачає визначення мети, потреби та економічної доцільності створення штучної водойми. Ця ініціатива може виходити як від фізичної, так і від юридичної особи. На зазначеному етапі проводиться попереднє погодження з органами місцевого самоврядування та перевірка відповідності обраної території планувальним і землевпорядним документам, зокрема комплексному плану просторового розвитку територіальної громади.

Другий етап полягає у виборі місця розташування майбутнього водного об'єкта. Підбір земельної ділянки здійснюється з урахуванням природних характеристик території — рельєфу, гідрогеологічних умов, складу ґрунтів, наявних екологічних обмежень. Ключовим є дотримання вимог Земельного та Водного кодексів України щодо розміщення водних об'єктів поза межами прибережних захисних смуг, водоохоронних зон та інших режимних територій.

На третьому етапі розробляється проєкт землеустрою щодо відведення земельної ділянки. У проєкті визначають площу та конфігурацію ділянки, її категорію, цільове призначення, встановлюють координати меж, а також враховують гідротехнічні параметри запланованої водойми. Проєкт підлягає обов'язковому погодженню з органами водного господарства, охорони довкілля, архітектури та територіальною громадою.

Після погодження проєкту здійснюється державна реєстрація сформованої земельної ділянки у Державному земельному кадастрі, після чого ділянці присвоюється кадастровий номер. На підставі цього та відповідного рішення органів влади або місцевого самоврядування земельна ділянка передається у власність або користування.

Наступним етапом є отримання дозвільної документації на будівництво гідротехнічних споруд і проходження процедури оцінки впливу на довкілля (ОВД), яка є обов'язковою для водогосподарських об'єктів. ОВД враховує потенційні зміни гідрологічного режиму, стану ґрунтів, біорізноманіття та екосистем.

Заключний етап передбачає виконання будівельно-монтажних робіт, введення штучної водойми в експлуатацію та її внесення до Державного водного кадастру. Після цього за об'єктом здійснюється державний нагляд щодо дотримання режиму використання та охорони земель і водних ресурсів.

Таким чином, процес створення штучних водойм є міжгалузевим і потребує узгодженої взаємодії землевпорядних, екологічних, водогосподарських, геологічних та архітектурно-будівельних органів. Правильна організація цього процесу сприяє ефективному використанню земель водного фонду та розвитку рекреаційної, господарської й енергетичної інфраструктури громад.

Відносини щодо створення та експлуатації штучних водних об'єктів регулюються нормами земельного, водного, гірничого та екологічного законодавства. Земельно-правові норми охоплюють питання користування земельними ділянками під усі штучні водні об'єкти. Водне законодавство застосовується щодо водних об'єктів, які належать до водного фонду, а гірниче – у випадках створення водойм, наповнюваних підземними водами. У разі можливого негативного впливу на довкілля застосовуються норми екологічного права. Згідно з пунктом 2 статті 59 Земельного кодексу України, власники земельних ділянок мають право створювати штучні водойми у встановленому законом порядку.

Практика свідчить, що для власників земель із цільовим призначенням «для ведення особистого селянського господарства» процедура може бути значно простішою. Такі особи замовляють проєкт створення штучної водойми у відповідній проєктній організації, після чого цей проєкт затверджує сам замовник. Згідно з частиною 6 статті 31 Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності», така проєктна документація не потребує погодження з державними органами, органами місцевого самоврядування чи їх посадовими особами.

Водночас обов'язковим є дотримання установлених обмежень. Зокрема, статті 59 і 82 Земельного кодексу України забороняють створювати у басейнах річок водосховища та ставки, обсяг яких перевищує стік річки у маловодний рік раз на 20 років. Крім того, створення штучних водойм та водопідпірних споруд у таких умовах допускається лише за дозволом місцевих рад і за погодженням із компетентними державними органами.

Створення штучного водного об'єкта на приватній ділянці включає:

- попереднє погодження з територіальними органами Держгеокадастру, Держводагентства, Держгеонадр, у відповідних випадках – Мінрегіонбуду, Держсанепідслужби та Держлісагентства;
- погодження проєкту будівництва з тими ж органами;
- проведення екологічної експертизи територіальними органами Мінприроди після громадських слухань;
- отримання дозволу місцевої ради на створення штучної водойми в межах приватної земельної ділянки.

У випадку створення водойм у басейнах річок дозвіл місцевих рад додатково погоджується з обласними або міськими державними адміністраціями. Під час погодження аналізуються відомості Державного земельного кадастру щодо суміжних ділянок, їхніх обмежень, сервітутів та цільового призначення. Також оцінюється можливість виникнення порушень прав суміжних землевласників і землекористувачів.

Таким чином, видача дозволу можлива лише після комплексного дослідження, виконаного в межах проєктної документації.

Етапність розроблення проєкту землеустрою щодо відведення земельної ділянки визначається ст. 50 Закону України «Про землеустрій». Згідно з положеннями цієї статті, проєкт відведення складається у разі формування нових земельних ділянок, у тому числі при приватизації або передачі їх в оренду.

Проєкт відведення земельної ділянки є однією з ключових стадій загальної процедури оформлення права власності на землю. Процес її відведення включає такі основні етапи:

1. Отримання дозволу на розроблення проєкту відведення. Щоб отримати дозвіл на розроблення проєкту відведення земельної ділянки у власність, заявник подає клопотання до відповідної об'єднаної територіальної громади (ОТГ), на території якої розташована бажана ділянка.

До клопотання додаються:

-  вкопійовання із затвердженого генерального плану або детального плану території;
-  графічні матеріали з позначенням бажаного місця розташування ділянки;
-  копія паспорта;
-  копія реєстраційного номера облікової картки платника податків.

Місцева рада ОТГ зобов'язана у місячний строк розглянути подані документи та прийняти рішення про надання або відмову у наданні дозволу на розроблення проєкту землеустрою.

2. Розроблення проєкту відведення земельної ділянки. Отримавши рішення про дозвіл, заявник звертається до землепорядної організації, що має у штаті сертифікованих інженерів-землепорядників і інженерів-геодезистів. Вони виконують топографо-геодезичні роботи, формують проєкт землеустрою та готують матеріали для його реєстрації в Державному земельному кадастрі.

З травня 2021 року діє оновлена норма, згідно з якою погодження проєкту відведення здійснюється лише у спеціально визначених законом випадках

(наприклад, при формуванні земель водного фонду або лісгосподарського призначення).

Для поширених цільових призначень – таких як будівництво та обслуговування житлового будинку, ведення садівництва чи особистого селянського господарства – погодження проєкту більше не вимагається.

3. Реєстрація земельної ділянки у Державному земельному кадастрі. Процедура оформлення включає два етапи:

-  реєстрація ділянки як об'єкта цивільних прав у Державному земельному кадастрі;

-  реєстрація права власності у Державному реєстрі речових прав на нерухоме майно.

Для кадастрової реєстрації землевпорядна організація подає державному кадастровому реєстратору: заяву встановленого зразка; проєкт землеустрою; електронний обмінний XML-файл.

Після реєстрації ділянці присвоюється унікальний кадастровий номер та формується витяг із ДЗК, який надалі є обов'язковим документом для оформлення права власності.

4. Затвердження проєкту землеустрою. Після внесення відомостей до кадастру заявник повторно звертається до тієї ж ОТГ, яка надала дозвіл на розроблення проєкту. Місцева рада приймає рішення про затвердження проєкту землеустрою щодо відведення земельної ділянки.

5. Реєстрація права власності на земельну ділянку. Для реєстрації права власності заявник звертається до Центру надання адміністративних послуг (ЦНАП). Реєстратору подають: оригінал рішення ОТГ про затвердження проєкту землеустрою; витяг з ДЗК щодо зареєстрованої ділянки; копію паспорта; копію ідентифікаційного номера; квитанції про оплату адміністративних послуг.

За результатами розгляду заяви заявник отримує витяг з Державного реєстру речових прав на нерухоме майно, що підтверджує виникнення права власності.

Державна реєстрація та облік земель водного фонду. Державна реєстрація земельної ділянки – це процедура внесення до ДЗК (Державного земельного кадастру) відомостей, передбачених Законом України «Про Державний земельний кадастр», щодо формування земельної ділянки та присвоєння їй унікального кадастрового номера.

Державний земельний кадастр являє собою єдину державну геоінформаційну систему, що містить комплекс даних про всі землі в межах державного кордону України: їх цільове призначення, установлені обмеження та обтяження, кількісні та якісні характеристики, результати оцінки, а також інформацію про розподіл земель між власниками та землекористувачами.

Згідно зі ст. 51 Водного кодексу України, водні об'єкти можуть передаватися у користування виключно на умовах оренди земель водного фонду. Таке надання здійснюється на земельних торгах у комплексі з відповідною земельною ділянкою під водою (водним простором) органами, уповноваженими розпоряджатися такими землями відповідно до ст. ст. 122–123 Земельного кодексу України. Договір оренди водного об'єкта підлягає погодженню з центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері водного господарства.

Відповідно до статей 116 і 125 Земельного кодексу України, громадяни та юридичні особи набувають права на землю шляхом передачі земельних ділянок у власність або надання їх у користування. При цьому право власності, постійного користування або оренди земельної ділянки вважається таким, що виникло, лише з моменту його державної реєстрації.

Державна реєстрація земельної ділянки, розташованої під водним об'єктом, здійснюється територіальним органом Держгеокадастру за її місцезнаходженням. Строк проведення такої реєстрації становить до 14 робочих днів. На сьогодні законодавством чітко визначено перелік правовстановлюючих документів, необхідних для укладення договорів оренди водних об'єктів, а також затверджено низку законів і підзаконних актів, що регламентують порядок їх надання в користування.

Будь-які дії, які свідчать про фактичне користування земельною ділянкою без відповідного рішення органу виконавчої влади чи органу місцевого самоврядування про її передачу у власність або надання у користування, відповідно до Закону України «Про державний контроль за використанням та охороною земель», кваліфікуються як **самовільне зайняття земельної ділянки**.

Отже, використання земельної ділянки без належним чином оформлених документів (прав власності, користування чи оренди) та без їх державної реєстрації вважається **незаконним**.

За самовільне зайняття земельної ділянки чинним законодавством передбачено як адміністративну, так і кримінальну відповідальність.

1.4 Сучасні підходи до просторового та гідродинамічного моделювання водних об'єктів

Застосування програмних продуктів ГІС дає змогу наочно відображати результати спостережень, виконувати просторовий аналіз та моделювати природні й технологічні процеси. Важливо, що поряд із комерційними рішеннями існує широкий спектр ГІС із відкритим кодом, які є популярнішими завдяки доступності та можливості гнучкого розширення функціоналу під конкретне завдання.

SAGA (System for Automated Geoscientific Analyses) містить широкий набір інструментів для розрахунку параметрів рельєфу, аналізу освітленості, міграції речовин та виконання гідрологічного аналізу. У системі передбачено модулі геостатистики та бібліотеку Simulation-Hydrology, яка дозволяє моделювати поверхневий стік, вологість ґрунту та процеси перерозподілу стоку у малих басейнах.

До найближчих аналогів SAGA належать GRASS і ILWIS, оскільки вони також мають розвинуті алгоритми просторового аналізу та інструменти для роботи з гідрологічними даними.

GRASS (Geographic Resources Analysis Support System) підтримує велику кількість форматів даних і містить засоби управління інформацією, обробки зображень, просторового моделювання та картографічної візуалізації. Для геостатистичного аналізу також може бути інтегрована мова R, а функціональність розширюється за допомогою Bash, Python, Perl.

ILWIS (Integrated Land and Water Information System) має сильні можливості растрового аналізу, класифікації та інтеграції різних джерел даних. Система підтримує геостатистичні методи, зокрема крігінг, а також забезпечує візуалізацію просторово-часових наборів даних.

QGIS – багатоплатформна ГІС, що підтримує створення, редагування та аналіз карт, роботу з базами даних, open-source ресурсами та інтеграцію з понад 300 модулями GRASS. Наявність інструментів геопроектингу робить її ефективним засобом для гідрологічних досліджень.

GvSIG підтримує роботу з локальними та віддаленими даними, дозволяє масштабувати карти, розраховувати відстані й створювати об'єкти. Функціональність розширюється через Python. Це програмне забезпечення забезпечує роботу як з векторними, так і з растровими даними та може бути доповнене додатковими модулями, написаними на Python.

MapWindow — безкоштовна ГІС, що складається з трьох взаємопов'язаних проєктів: MapWindow 4, MapWindow 5 і MapWinGIS.

HydroDesktop використовується для завантаження, редагування та інтеграції гідрологічних даних і працює на основі бібліотеки DotSpatial.

ArcGIS Desktop об'єднує три основні застосунки — ArcMap, ArcCatalog і ArcToolbox, які покривають весь спектр картографічних і аналітичних задач. Проте для повноцінного аналізу часових гідрологічних даних необхідне підключення додаткових модулів.

ArcHydro Groundwater – сукупність застосунків для просторового аналізу, роботи з часовими рядами та побудови тривимірних моделей підземних вод.

У результаті проведеного аналізу термінологічно-понятійного апарату в межах предметної області встановлено, що використовувані терміни мають

стабільні та однозначні трактування, що забезпечує коректність подальших наукових досліджень і практичних розрахунків.

Актуальність дослідження нормативно-правових засад виконання топографо-геодезичних робіт зумовлена необхідністю формування планово-висотної основи для здійснення картометричних вимірювань, проведення просторового моделювання та забезпечення точного перенесення проєктних рішень у натуру (на місцевість). Від наявності такого обґрунтування залежить точність побудови інженерних об'єктів, достовірність моделювання рельєфу, а також ефективність подальших землепорядних і кадастрових процедур.

Норми земельного та водного законодавства України надають власникам приватних земельних ділянок право на створення штучних водних об'єктів, однак фактичний порядок реалізації цього права законодавчо не визначено. У зв'язку з цим доцільно вважати правомірною реалізацію такого права лише за умови виконання власниками земель додаткових юридичних обов'язків, які мають бути чітко закріплені в нормативно-правових актах. До переліку таких обов'язків логічно віднести необхідність розроблення проєкту будівництва штучного водного об'єкта, погодження його у встановленому порядку та дотримання вимог екологічної безпеки й раціонального використання водних ресурсів.

Проведення майбутнього моделювання та просторових інженерних розрахунків можливе завдяки великій кількості спеціалізованих програмних засобів. Їх різноманітність свідчить як про складність об'єкта моделювання, так і про високу потребу в точних інженерних рішеннях, автоматизованому аналізі та перевірці геопросторових даних. Широка номенклатура інструментів також демонструє наявність різних методичних підходів та технологічних схем, що можуть бути застосовані для вирішення поставленої задачі з урахуванням вимог конкретного проєкту.

2 МЕТОДИЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОНАННЯ ПРОЄКТНИХ РОБІТ

2.1 Аналіз географічних та природно-екологічних особливостей району проведення робіт

Село Комарів розташоване в межах Кельменецької селищної територіальної громади, яка з 2020 року увійшла до складу новоутвореного Дністровського району. Громада знаходиться у межах лісостепової природної зони Прут-Дністровського межиріччя (рис. 2.1). Територіально вона межує: на північному заході — з Жванецькою сільською громадою; на півночі — зі Слобідсько-Кульчієвецькою та Китайгородською сільськими громадами; на північному сході — зі Староушицькою селищною громадою Хмельницької області; на сході — з Сокирянською міською громадою; на заході — з Лівинецькою сільською громадою Чернівецької області; на півдні — з Бричанським районом Республіки Молдова.

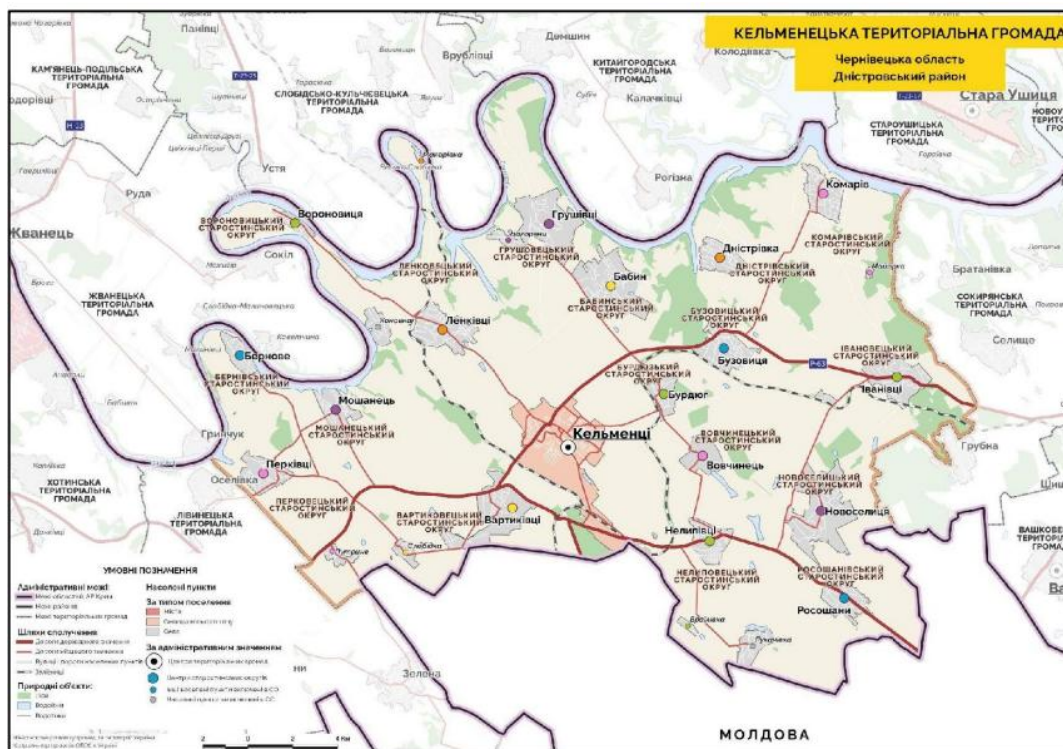


Рис. 2.1 Схема розташування території дослідження в межах Кельменецької селищної громади (станом на 2025 р.)

Територія Кельменецької громади зберігає межі колишнього Кельменецького адміністративного району та охоплює площу близько 0,67 тис. км².

Область дослідження розташована в межах Кельменецької територіальної громади, у південно-західному напрямку від села Комарів. Виражених локальних відмінностей природно-кліматичних параметрів у цій частині громади не встановлено, тому подальший аналіз здійснюватиметься у взаємозв'язку з комплексними природними характеристиками району.

Рельєф. Рельєф території має горбисто-рівнинний характер із загальним нахилом поверхні у напрямку з півдня на північ, тобто в бік річки Дністер. Перепад висот становить близько 15 м. Відсутність виражених локальних понижень мінімізує можливість формування замкнутих мікрорельєфних форм і не створює перешкод для природної аерації місцевості. Такий помірно спокійний рельєф не спричиняє негативного впливу на стан здоров'я населення та не ускладнює загальної екологічної ситуації.

Клімат. Кліматичні умови території визначаються її географічним положенням, особливостями циркуляції атмосфери та характером підстильної поверхні. На гідрологічний режим найбільший вплив мають такі кліматичні чинники:

Термічний режим повітря (табл. 2.1). Середні температури січня підвищуються у напрямку з північного сходу на південь, тоді як липневі зростають із північного заходу в напрямку півдня. Тривалість безморозного періоду варіює від 130 діб на північному сході до приблизно 75 діб на південному заході.

Вітровий режим. Зміна вологих атлантичних і сухих східних повітряних мас у поєднанні з рівнинним рельєфом зумовлює часту зміну циклонічних і антициклонічних процесів.

Опади. Клімат району є помірно континентальним, вирізняється м'якою зимою та теплим літом. Середньорічна кількість опадів у Кельменецькому

районі становить близько 660 мм (рис. 2.2); мінімум припадає на жовтень і період січень—лютий, максимум — на червень—липень.

Таблиця 2.1

Температура повітря території дослідження по місяцях (°C)

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

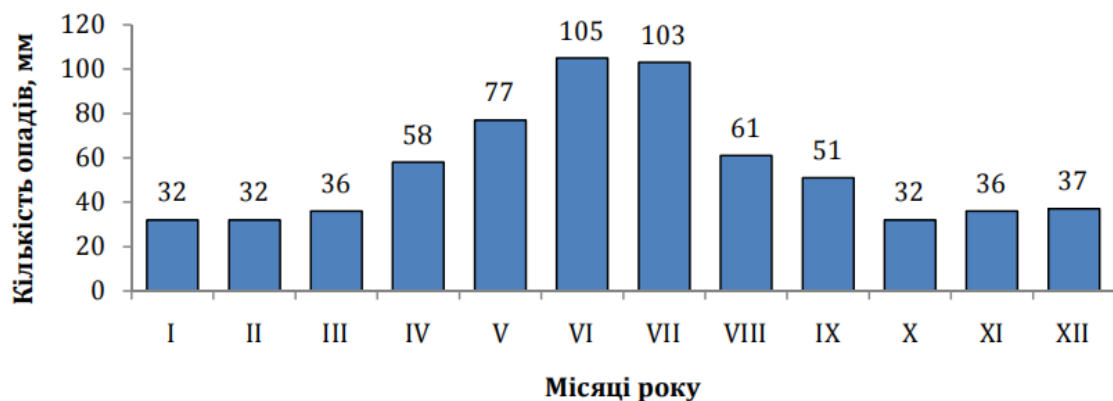


Рис. 2.2 Середньорічна кількість опадів у Кельменецькому районі

Ґрунти. Ґрунтовий покрив у межах села Комарів представлений переважно суглинками. На похилих ділянках залягає жовтий суглинок із вкрапленнями вапнякових уламків потужністю до 0,9 м, під яким розміщується темно-коричневий, сильно вапнистий суглинок. На нижчих елементах рельєфу Хотинської височини під шаром жовто-бурого суглинка потужністю 0,5–0,8 м трапляється елювіальна глина, насичена вапном або з вапнистими прошарками (0,6–0,7 м). У напрямку до Чернівців товща суглинків дещо збільшується. На Прут-Дністровському вододілі та вододілах малих приток поширені жовто-бурі суглинки потужністю 2–3 м, а подекуди — понад 10 м.

Геологія. У геоструктурному відношенні територія Кельменеччини належить до Волино-Подільської плити Східноєвропейської платформи. Давні породи представлені кристалічним фундаментом, який у межах Чернівецької області залягає на значній глибині та перекритий товщею осадових порід рифею, кембрію, ордовику, силуру, юри, крейди та неогену. В інженерно-геологічному розрізі основне значення мають четвертинні відклади — алювіальні утворення

заплав і надзаплавних терас, складені галькою, пісками, суглинками, гравійним матеріалом і різнозернистими пісками. За «Схемою інженерно-геологічного районування України» (М 1:500000) територія належить до зони підвищеної складності інженерно-геологічних умов. Населений пункт розташований у межах розвитку ґрунтів І типу за здатністю до просідання та у зоні поширення карбонатно-сульфатного карсту.

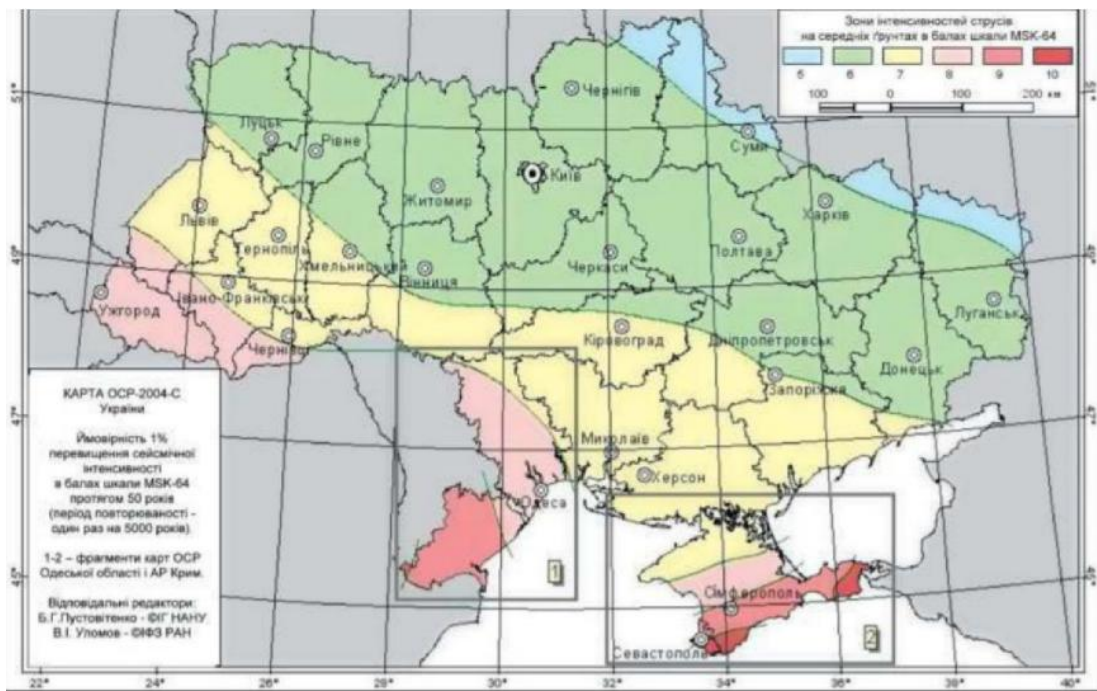


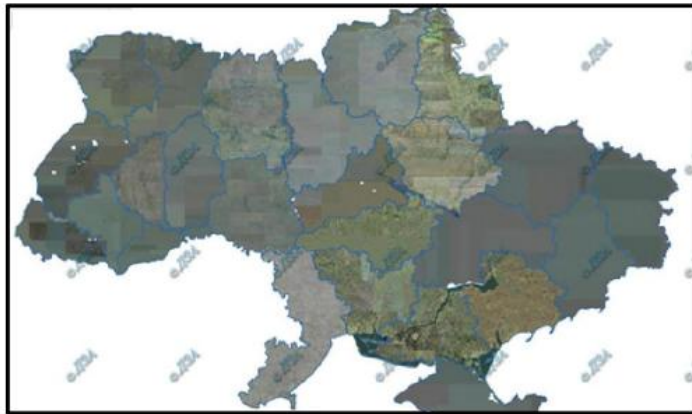
Рис. 2.3 Карта загального сейсмічного районування України

Інженерно-будівельна оцінка. Відповідно до ДБН В.1.1-12:2014 «Будівництво у сейсмічних районах України» та карт сейсмічного районування («А», «В», «С»), що застосовуються при проектуванні об'єктів класів наслідків СС1–СС3, територія населеного пункту (див. рис. 2.3) відноситься до сейсмічної зони з потенційною інтенсивністю 6–7 балів.

2.2. Джерела вихідних даних

SAS.Planet. SAS.Planet — це програмне забезпечення, призначене для перегляду, завантаження та локального зберігання супутникових знімків високої просторової роздільності, а також стандартних картографічних матеріалів (рис. 2.4). Програма підтримує отримання даних із численних онлайн-сервісів,

меж, а також здійснювати пошук ділянок за номером або територією, що значно полегшує виконання землевпорядних та кадастрових робіт.



Державна служба України з питань геодезії, картографії та кадастру
Інформація Державного земельного кадастру
про право власності та речові права на земельну ділянку

Замовник:
Час та дата запити: 14:00 18-10-2021

QR-код

Відомості про земельну ділянку	
Кадастровий номер земельної ділянки	7322085200:02:03:0067
Цільове призначення	01.01 Для ведення товарного сільськогосподарського виробництва
Категорія земель	Землі сільськогосподарського призначення
Вид використання	01.01 Для ведення товарного сільськогосподарського виробництва
Форма власності	приватна
Площа земельної ділянки	1.1821
Місцезнаходження	Чернівецька область, Кілімненський район, Комарівська сільська рада
Відомості про нормативно грошову оцінку ділянки	
Значення, гривень	Інформація відсутня
Дата оцінки ділянки	Інформація відсутня
Інформація про документацію із землеустрою на земельну ділянку	
Документація із землеустрою	Технічна документація із землеустрою щодо поділу та об'єднання земельних ділянок
Дата документації із землеустрою	Інформація відсутня
Відомості про сертифікацію власника земельної ділянки (ВІДХОДІЛЬНА ОСОБА)	
ІПБ інженера – землепорядника	Потребіно Тетяна
Номер сертифіката та дата видачі	Інформація відсутня
Місце роботи інженера-землепорядника	ПП "Земіторис"
Відомості про сертифікованого інженера – землепорядника (НЕ СПОСЕРЕДНІЙ ВИКОНАВЕЦЬ)	
ІПБ інженера – землепорядника	Горюх Ю.В.
Номер сертифіката та дата видачі	Інформація відсутня

Рис. 2.5. Загальний вигляд ресурсу «Публічна кадастрова карта» та сформованого на його основі витягу щодо земельної ділянки

Земельні ділянки, що є об'єктом проведення дослідження, мають такі кадастрові номери:

Таблиця 2.2

Перелік земельних ділянок на території дослідження

№ п/п	Кадастровий номер	№ п/п	Кадастровий номер
1	7322085200:02:03:0241	12	7322085200:02:03:0226
2	7322085200:02:03:0242	13	7322085200:02:03:0227
3	7322085200:02:03:0243	14	7322085200:02:03:0228
4	7322085200:02:03:0244	15	7322085200:02:03:0229
5	7322085200:02:03:0245	16	7322085200:02:03:0231
6	7322085200:02:03:0246	17	7322085200:02:03:0232
7	7322085200:02:03:0247	18	7322085200:02:03:0067
8	7322085200:02:03:0248	19	7322085200:02:03:0068
9	7322085200:02:03:0233	20	7322085200:02:03:0084
10	7322085200:02:03:034	21	7322085200:02:03:085
11	7322085200:02:03:0225		

Пошук земельної ділянки на Публічній кадастровій карті може здійснюватися як за кадастровим номером, так і за її географічним місцезнаходженням. Для ідентифікації ділянки за кадастровим номером необхідно ввести повний 19-значний номер, у якому групи цифр розділяються

двокрапками, у спеціальне поле пошуку. Панель пошуку розташована горизонтально у верхній частині веб-сторінки [11]. Після введення номера система автоматично визначає місцезнаходження ділянки, відображає її межі, площу та основні кадастрові атрибути.

За допомогою приватного ключа забезпечується доступ до детальної інформації про право власності та інші речові права на земельні ділянки, а також можливість завантаження їхніх географічних координат для подальшого використання у геоінформаційних системах.

Геопортал адміністративно-територіального устрою України. Програмне забезпечення геопорталу адміністративно-територіального устрою України створене для формування, наповнення та постійного оновлення бази даних і метаданих щодо структури адміністративно-територіального устрою держави. Портал забезпечує повноцінний доступ користувачів до офіційної інформації через мережу Інтернет [19].

База даних адміністративно-територіального устрою України слугує інструментом інтеграції відомостей про населені пункти та всі категорії територіальних одиниць. До її складу входять: коди КОАТУУ, офіційні назви населених пунктів і адміністративних одиниць, інформація про історію змін їх назв, категорії та статусу, географічні координати (широта та довгота), структурні зв'язки адміністративного підпорядкування, а також додаткові довідкові дані.

Кожен об'єкт адміністративно-територіального устрою містить такі атрибути: код КОАТУУ; назва українською мовою; назва російською мовою; назва латиницею; інформація про адміністративне підпорядкування.

База даних повністю інформаційно сумісна з цифровою картою України масштабу 1:100 000 та включає всі зміни, що відбулися у системі адміністративно-територіального устрою та населених пунктів, починаючи з 1 січня 1987 року. Оновлення даних здійснюється у робочому порядку на основі надходження офіційних відомостей [19].

Геопортал Національної інфраструктури геоданих (НІГД). Проєкт НІГД являє собою інтегровану платформу, яка об'єднує різнотипні геопросторові дані — про землю, водні ресурси, ліси, природні комплекси, інженерну інфраструктуру, транспортні та комунікаційні мережі — на єдиній цифровій картографічній основі. Геопортал забезпечує користувачам зручний пошук, перегляд та доступ до геоданих на державному, регіональному та місцевому рівнях, сприяючи підвищенню прозорості, відкритості та оперативності у сфері управління територіальними ресурсами.

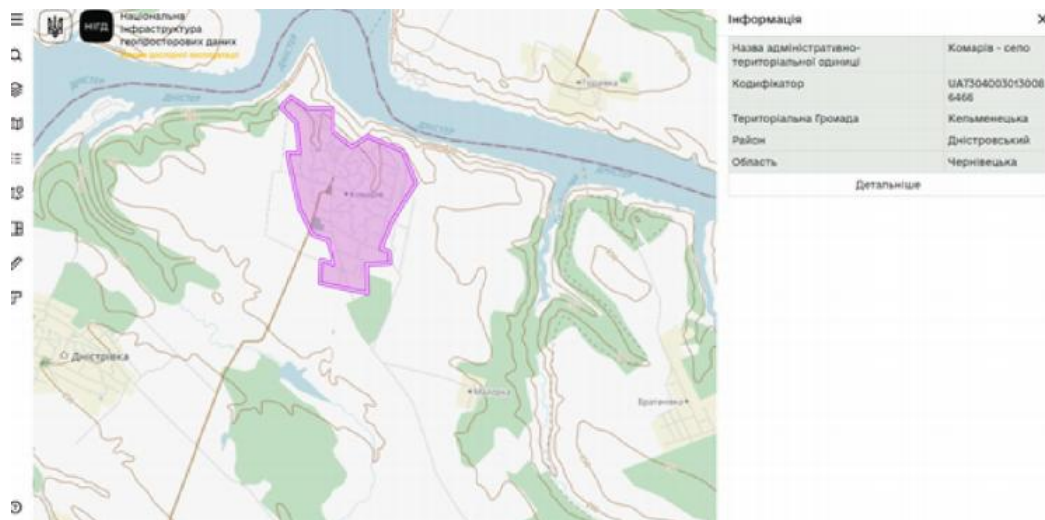


Рис. 2.6. Територія дослідження на геопорталі НІГД

Національна інфраструктура геопросторових даних (НІГД) — це уніфікований цифровий сервіс, що забезпечує інтеграцію геопросторових даних у режимі онлайн з геопорталів областей, територіальних громад, міст і сіл. Платформа поєднує майже тисячу наборів даних за різними напрямками: містобудівним, екологічним, освітнім, фінансовим, землевпорядним, інфраструктурним тощо, формуючи єдиний інформаційний простір для роботи з геоданими різного рівня деталізації.

На сьогодні НІГД функціонує як пілотний проєкт, тому ще не містить повного спектра топографічної інформації по всіх регіонах України, зокрема і по досліджуваній території. Водночас, відповідно до положень Закону України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних», ресурс має значний потенціал розвитку та в найближчій перспективі забезпечуватиме отримання

деталізованої геопросторової інформації щодо конкретного об'єкта або довільно обраної території (області, району, громади чи окремої земельної ділянки).

Дані SRTM. SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) [30] — глобальна радіолокаційна місія з багаторазового просторового топографічного знімання, охопила майже всю територію земної кулі, за винятком найпівнічніших (понад 60°) та найпівденніших (понад 54°) широт, а також акваторії океанів. Знімання здійснювалося протягом 11 діб у лютому 2000 року за допомогою радіолокаційних сенсорів SIR-C і X-SAR, встановлених на космічному кораблі «Shuttle».

Основний масив даних SRTM перебуває у відкритому доступі та надається у вигляді растрових файлів, що охоплюють квадратні ділянки поверхні розміром 1×1 секунду дуги. Дані доступні у двох варіантах просторової роздільної здатності:

- **1 арксекунда (~30 м)**
- **3 арксекунди (~90 м)**

Ці параметри є достатніми для проведення регіональних і ландшафтних оцінок на рівні області або адміністративного району.

Квадрат даних SRTM являє собою 16-бітове растрове зображення без заголовка. Значення яскравості кожного пікселя відповідає висоті над рівнем моря для цієї точки. У випадках відсутності даних у комірці записується значення -32768, що приймається як «nodata» (відсутність висотної інформації). Проектна точність даних SRTM суттєво варіює залежно від континентів і природно-географічних умов конкретних територій земної поверхні, що насамперед пов'язано з різною кратністю радарного знімання та специфікою рельєфу місцевості. До основних недоліків таких даних належить те, що радарний сигнал фіксує відбиття не лише від реальної поверхні землі, а й від верхівок рослинності чи інших об'єктів, що формує на отриманій цифровій моделі рельєфу (ЦМР) значний «висотний шум».

Упродовж часу, що минув після виконання SRTM-знімання, базові топогеодезичні матеріали місії були багаторазово уточнені та скориговані

іншими видами топогеодезичних досліджень, зокрема наземними вимірюваннями. Це дозволило суттєво покращити якісні характеристики моделі рельєфу.

Слід окремо зазначити, що територія України розташована в одному з найбільш якісно охоплених поясів SRTM-знімання. Значна частина її площі покрита даними триразового радарного сканування, а центральні та північні райони — навіть чотирикратного. Така кратність вимірювань забезпечує менший рівень похибок порівняно із середніми показниками по Євразії, а отже — вищу достовірність визначення висот, особливо в межах рівнинних ділянок.

Заявлена точність висот становить не менше 16 м, проте тип цієї оцінки (середня, максимальна чи середньоквадратична похибка) офіційно не уточнюється. Це цілком очікувано, оскільки достовірне визначення точності можливе лише за умови наявності еталонних висотних значень з аналогічною щільністю або внаслідок виконання повного теоретичного аналізу процедури отримання та обробки даних. У зв'язку з цим точність матриці висот SRTM протягом останніх десятиліть була предметом аналізу багатьох наукових колективів різних країн.

За результатами таких досліджень середня похибка значень висот для рівнинних територій становить близько 2,9 м, а для горбистої місцевості — близько 5,4 м. Значна частина цих похибок має систематичний характер. Відповідно до наукових висновків, дані SRTM є придатними для побудови горизонталей на топографічних картах масштабу 1:50 000, а на окремих територіях точність навіть наближається до рівня топографічних карт масштабу 1:100 000 [30].

SRTM є універсальним джерелом топографічної інформації для різних прикладних завдань, що потребують моделювання земної поверхні, і широко застосовується для створення цифрових моделей рельєфу та цифрових моделей місцевості [30].

Геопортал державної геодезичної мережі (ДГМ) є ключовою складовою Національної інфраструктури геопросторових даних та забезпечує

інтероперабельність різноманітних геопросторових ресурсів на основі єдиної координатної системи України.

Геопортал підтримує формування й візуалізацію електронних карт із відображенням таких основних інформаційних шарів:

- електронні топографічні карти масштабу 1:100 000;
- дані про геодезичні пункти державної геодезичної мережі 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 топографічних карт;
- межі адміністративно-територіальних одиниць України;
- супутникові зображення території України з картографічного сервісу «Microsoft Bing Maps».

Крім того, геопортал містить вбудований геодезичний калькулятор, який забезпечує перетворення та трансформування координат між системами СК-42, СК-63, УСК-2000 та WGS 84 (рис. 2.7) [19].

Рис. 2.7. Геодезичний калькулятор на геопорталі ДГМ

2.3. Програмні засоби ГІС для моделювання та обробки геоданих

Для виконання дослідження застосовано дві геоінформаційні системи — **ArcGIS** та **MapInfo**. Вибір цих програм обумовлений, з одного боку, наявністю у складі ArcGIS спеціалізованого модуля «Гідрологія» (рис. 2.8), який

забезпечує комплексний аналіз водних ресурсів та моделювання гідрографічних мереж, а з іншого — зручністю обробки та інтеграції різнорідних геоданих, у тому числі даних цифрових моделей рельєфу SRTM.

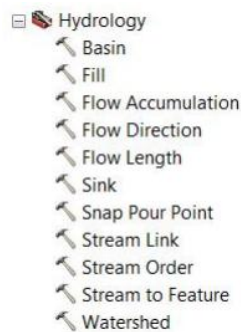


Рис. 2.9. Загальний вигляд елементів модуля Гідрологія (ArcGIS)

Завдяки використанню цих ГІС стало можливим:

- проводити просторовий аналіз території та водозбірних басейнів;
- будувати цифрові моделі рельєфу та рельєфні профілі;
- інтегрувати супутникові знімки та картографічні шари;
- виконувати тематичну візуалізацію та експортувати результати для подальшого використання у проєктній документації.

Проєктні вишукування продовжувалися в середовищі **MapInfo** шляхом конвертації даних у формат **shp**. Для оперативного створення розмічувальних креслень використовувався спеціальний додаток **MapCAD** (рис. 2.10). Розглянемо особливості кожної з використаних геоінформаційних систем детальніше.

Сімейство програмних пакетів ArcGIS. Програмні продукти компанії ESRI (США), одного з найстаріших світових виробників ГІС-засобів, представлені сімейством спеціалізованих програмних пакетів, об'єднаних під назвою ArcGIS. На даний час актуальною версією є ArcGIS 10.9.

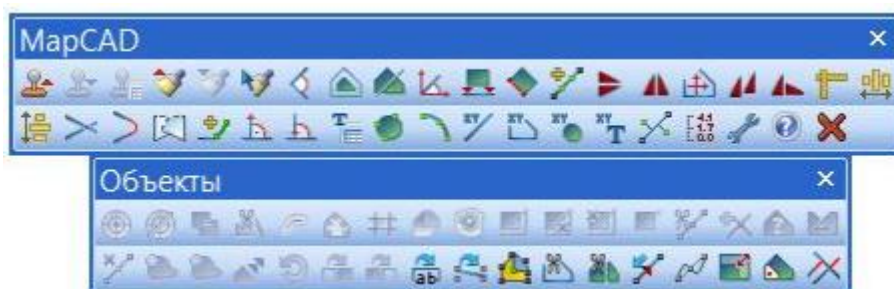


Рис. 2.10. Загальний вигляд елементів MapCAD (MapInfo)

До складу ArcGIS входить низка інтегрованих програмних компонентів, призначених як для розробки та експлуатації ГІС різного рівня складності, так і для забезпечення просторового аналізу та вирішення завдань із використанням геоданих, включаючи польові знімання та роботу в комп'ютерних мережах, у тому числі в Інтернеті. Останнім часом компанія ESRI приділяє особливу увагу розвитку мережевих ГІС-рішень та розширенню функціональних можливостей класичних настільних пакетів, що дозволяє їх інтеграцію у комп'ютерні мережі.

Основні компоненти ArcGIS:

- ❖ **Настільні інструментальні ГІС (ArcGIS Desktop)**, до яких входять пакети **ArcInfo**, **ArcEditor** та **ArcView** із додатковими модулями (extensions);
- ❖ **Серверне ГІС-забезпечення (Server GIS)**, представлене пакетами **ArcIMS**, **ArcSDK** та **ArcGIS Server**;
- ❖ **Мобільні інструментальні ГІС (Mobile GIS)**, представлені пакетом **ArcPad**;
- ❖ **Вбудовані інструментальні ГІС (Embedded GIS)**, представлені пакетом **ArcGISEngine**;
- ❖ Програми-в'юери (**viewers**, **Web-viewers**), такі як **ArcReader** і **ArcExplorer** [45].

ГІС-пакет MapInfo Professional. Програмний пакет **MapInfo Professional** розроблений компанією **Mapping Information Systems Corporation** (США, Нью-Йорк) та забезпечує створення і редагування первинних електронних карт. Оцифрування може здійснюватися як із допомогою дигітайзера, так і на основі сканованих зображень. Пакет підтримує растрові формати **GIF**, **JPEG**, **TIFF**, **PCX**, **BMP**, **TGA**.

Універсальний транслятор **MapInfo Pro** дозволяє імпортувати карти з інших ГІС та САПР: **AutoCAD (DXF, DWG)**, **Intergraph/MicroStation Design (DGN)**, **ESRI Shapefile**, **AtlasGIS**, **ARC/INFO Export (E00)**. Цифрові дані з GPS-навігаторів та інших електронних приладів вводяться без використання додаткового програмного забезпечення.

Структура даних у MapInfo Pro організована у вигляді декількох функціонально пов'язаних файлів:

 Файл з розширенням **.tab** — головний блок карти, що містить тип картографічних даних та атрибутивні зв'язки;

 Файл з розширенням **.dot** — геокодовані дані (географічні координати об'єктів);

 Файли **.id** та **.idn** — зв'язок атрибутивних даних у реляційних таблицях.

Обмінний формат пакета — **MIF** (MapInfo Interchange Format), текстовий ASCII-файл, який дозволяє повністю описати базу даних MapInfo: графічні дані зберігаються у файлі **.mif**, числові — у файлі **.mid**. Формат MIF сумісний з іншими програмними пакетами.

MapInfo Pro підтримує роботу з таблицями та базами даних у форматах **Excel, Access, xBASE, Lotus 1-2-3, текстові файли**, а також забезпечує одночасне використання даних різних форматів. Крім того, пакет дозволяє отримувати доступ до віддалених баз даних **Oracle, SYBASE, Informix, Ingres, QE Lib, DB2, Microsoft SQL** та інших [32].

Таблиця 2.3

Порівняльна схема ГІС-засобів для дослідження

Характеристика	ArcGIS	MapInfo Professional
Розробник	ESRI (США)	Mapping Information Systems Corporation (США, Нью-Йорк)
Актуальна версія	10.9	Пакет MapInfo Pro (версії постійно оновлюються)
Основні модулі	Настільні ГІС: ArcInfo, ArcEditor, ArcView; Серверні ГІС: ArcIMS, ArcSDK, ArcGIS Server; Мобільні ГІС: ArcPad; Вбудовані інструменти: ArcGISEngine; Viewers: ArcReader, ArcExplorer	Основний робочий пакет для створення та редагування карт; MapCAD для розмічувальних креслень
Обробка даних	Просторовий аналіз, гідрологія, робота з польовими даними, мережеві ГІС	Оцифрування карт, обробка GPS-даних, робота з растровими та векторними форматами
Підтримувані формати	Shapefile, GeoDatabase, CAD, GPS, Raster, Web-сервіси	Shapefile, DXF/DWG, DGN, AtlasGIS, ARC/INFO E00, растрові GIF, JPEG, TIFF, PCX, BMP, TGA

Характеристика	ArcGIS	MapInfo Professional
Робота з базами даних	Геобазы даних, мережеві ГІС, серверні бази	Excel, Access, xBASE, Lotus 1-2-3, текстові формати, віддалені SQL-бази
Переваги	Потужний просторовий аналіз, спеціалізовані модулі (гідрологія, геообробка), інтеграція з мережею	Зручне оцифрування та редагування карт, підтримка великої кількості форматів, простота конвертації даних
Обмеження	Високі системні вимоги, ліцензування, складність для новачків	Менше спеціалізованих модулів для складного просторового аналізу

2.4 Створення цифрової моделі рельєфу району робіт

На сьогодні географічні інформаційні системи (ГІС) є провідним інструментом для аналізу та моделювання динамічного географічного середовища. Вони застосовуються для виконання широкого спектра практичних завдань, пов'язаних із просторовими даними, що, у свою чергу, забезпечують екологічну безпеку та сприяють сталому розвитку регіонів [25].

Повний цикл робіт у середовищі ГІС включав імпорт та попередню обробку вихідних даних, побудову цифрових моделей території, визначення водозбірних площ та конфігурацій рівня водного дзеркала, а також проведення просторового аналізу — зокрема, розрахунку меж прибережних захисних смуг і формування розмічувальних креслень.

Цифрова модель геооб'єкта представляє собою структуровану форму подання вихідних даних, яка дозволяє відтворити характеристики об'єкта шляхом інтерполяції, апроксимації або екстраполяції [25].

Наразі спостерігається певна термінологічна неоднозначність у англійських позначеннях продуктів (рис. 2.11), що відображають висотну структуру земної поверхні, зокрема цифрові моделі місцевості (ЦММ) та цифрові моделі рельєфу (ЦМР).

Міжнародними еквівалентами термінів ЦММ і ЦМР вважаються DSM (Digital Surface Model) та DTM (Digital Terrain Model) відповідно.

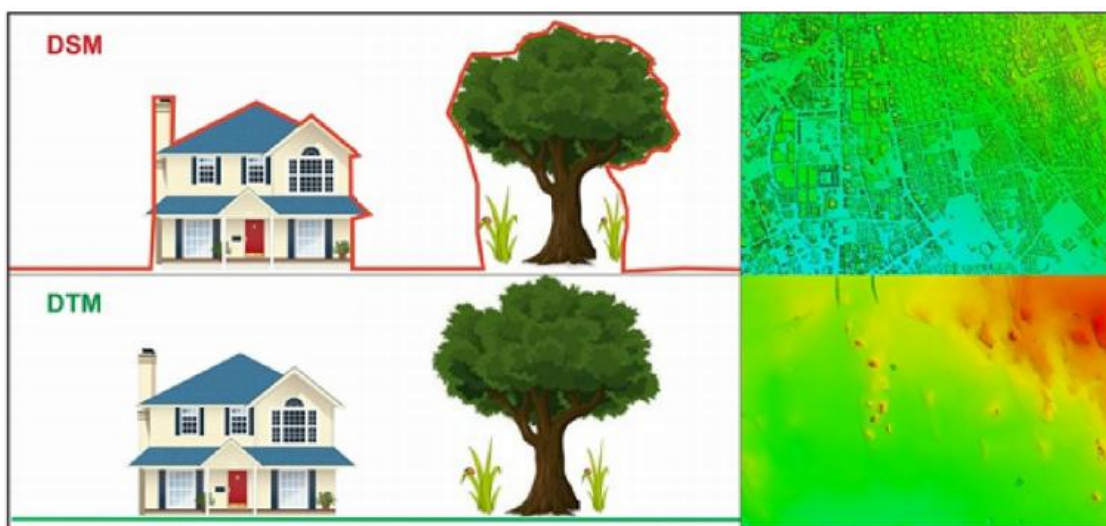


Рис 2.11. Відмінність між DSM та DTM

DSM — це цифрова модель поверхні (ЦММ), що відображає висотне положення видимої поверхні землі, включно з природними елементами рельєфу, рослинністю та різними штучними об'єктами, такими як будівлі чи дерева. Крім того, у таких моделях водні об'єкти проходять попередню корекцію: їм задають однакові висотні значення для забезпечення цілісності моделі.

Чітко визначеного терміну DTM не існує, тому в окремих джерелах його трактують як аналог цифрової моделі рельєфу (ЦМР).

DEM (Digital Elevation Model) у загальному значенні використовується для позначення цифрової моделі рельєфу, яка відтворює природні форми земної поверхні. Перший тип моделі (DSM) охоплює висоти всіх елементів, розташованих на поверхні землі, тоді як другий (DTM/ЦМР) — передає лише висоти рельєфу або, за потреби, висотні характеристики окремих об'єктів. Водночас обидва різновиди моделей відносяться до класу DEM (Digital Elevation Model) [25].

Важливе місце серед завдань цифрового моделювання займають гідрологічні задачі, пов'язані з аналізом деформацій річкових русел, створенням батиметричних планів та іншими видами водогосподарських досліджень. Гідрологічне моделювання дозволяє визначати напрямки поверхневого стоку, виявляти та заповнювати западини стоку, виділяти водозбірні басейни та дренажні мережі, а також класифікувати водотоки за їх порядком.

Окремі гідрологічні процеси, наприклад фільтрація, можуть бути змодельовані з метою прогнозування поширення хімічних забруднень у підземних водах.

Джерельною основою для створення цифрових моделей рельєфу можуть слугувати дані дистанційного зондування Землі, матеріали аерофотознімання, фотограмметричні вимірювання, відомості GNSS-спостережень, результати наземного геодезичного знімання, дані лазерного сканування, а також різні картографічні матеріали [25].

За сучасних умов широкої доступності просторових даних, такі моделі висот у відкритому доступі, як SRTM DEM та ASTER GDEM, активно використовуються для виконання оперативного геоаналітичного опрацювання та тематичного картографування (рис. 2.12).

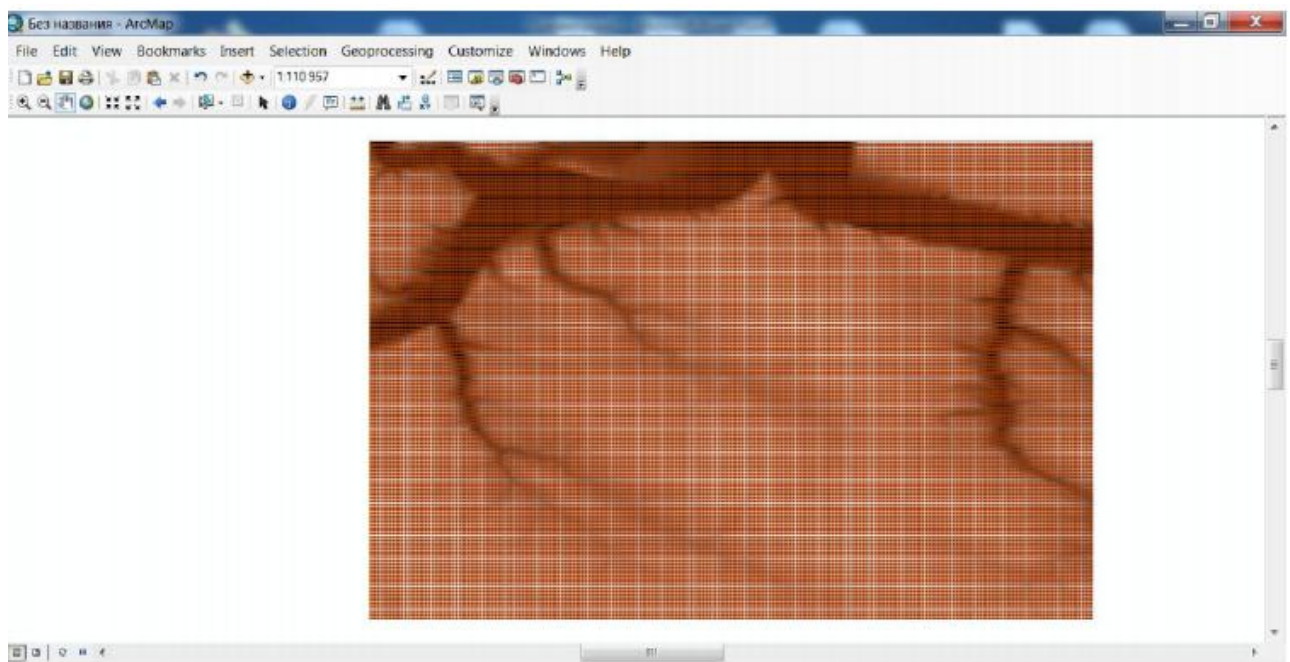


Рис. 2.12. Перетворення растрового зображення SRTM території дослідження у регулярну сітку висотних точок (Raster-to-Point).

До найпоширеніших недоліків таких моделей належить явище «терасування», яке робить їх непридатними як базовий матеріал для побудови моделей вищого рівня – ерозійних, екологічних та інших, що потребують точного опису перерозподілу потоків речовини й енергії.

З огляду на ці вимоги, можливість формування гідрологічно коректної й, відповідно, екологічно прийнятної цифрової моделі місцевості забезпечують саме растрові моделі.

При цьому важливо зважати на низку аспектів, які часто залишаються поза увагою дослідників, зокрема на правильний вибір роздільної здатності моделі та алгоритму її генерації.

Невірно підібраний крок дискретизації призводить до суттєвої втрати інформації про об'єкт дослідження, унаслідок чого подальший аналіз і моделювання – у тому числі для екологічних завдань – супроводжуються істотними систематичними похибками.

Основою створення безперервних поверхонь на базі дискретних (точкових) наборів просторово прив'язаних даних є методи просторової інтерполяції.

У процесі інтерполяції застосовують як стохастичні, так і детерміновані підходи. Під інтерполяцією розуміють відтворення значень функції на множині точок за відомими значеннями у скінченному наборі опорних точок, що належать досліджуваному інтервалу. Головною метою інтерполяції є мінімізація похибки результату.

Для побудови гідрологічно коректної ЦМР у програмному середовищі ArcGIS (рис. 2.13) було здійснено векторизацію висотних поверхонь (точкові об'єкти), горизонталей із фіксованими позначками висот (лінійні об'єкти), водотоків (лінійні об'єкти), обривів (лінійні об'єкти) та озер (полігональні об'єкти).

Додатково враховано межі території дослідження (полігональний об'єкт) і зони, у межах яких значення висот повинні ігноруватися алгоритмом інтерполяції (також полігональні об'єкти).

Варто зазначити, що векторизація водотоків має виконуватися відповідно до напрямку стоку, а обриви — зліва направо (ліва сторона — нижча, права — вища).

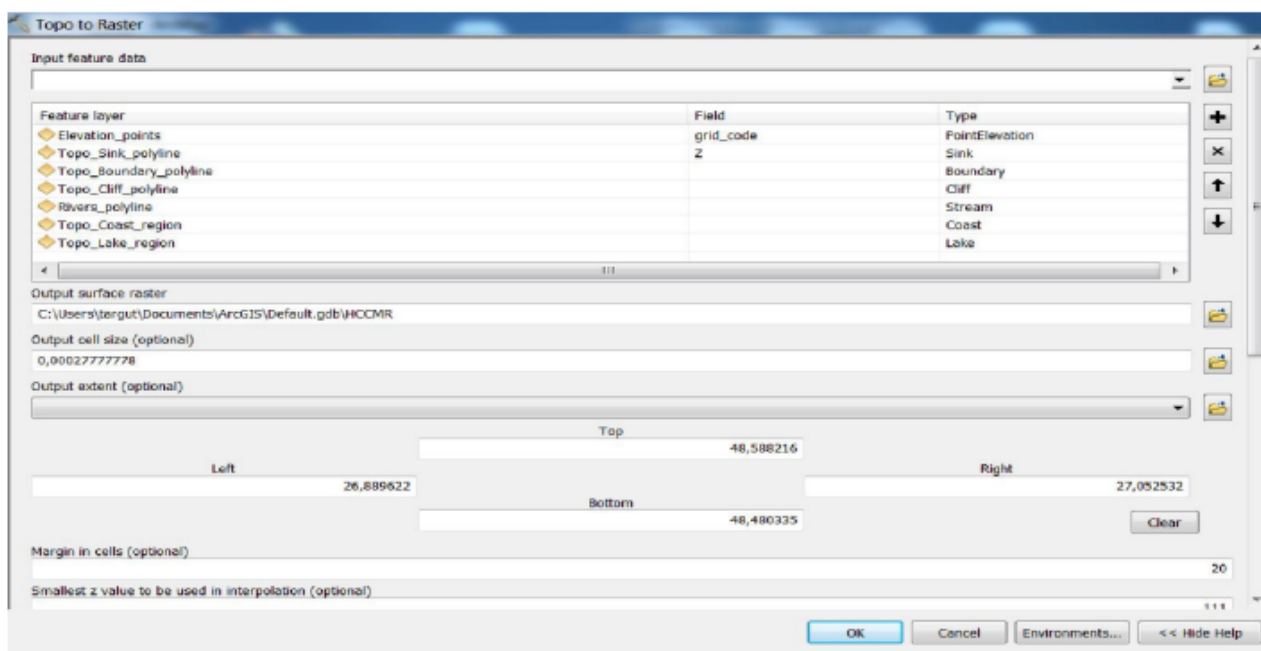


Рис. 2.13. Побудова гідрологічно коректної цифрової моделі рельєфу з урахуванням додаткових параметрів.

З огляду на наведені вище налаштування, а також після оптимізації відображення текстур гідрологічно коректної цифрової моделі рельєфу, було отримано результат моделювання, представлений на рис. 2.14.

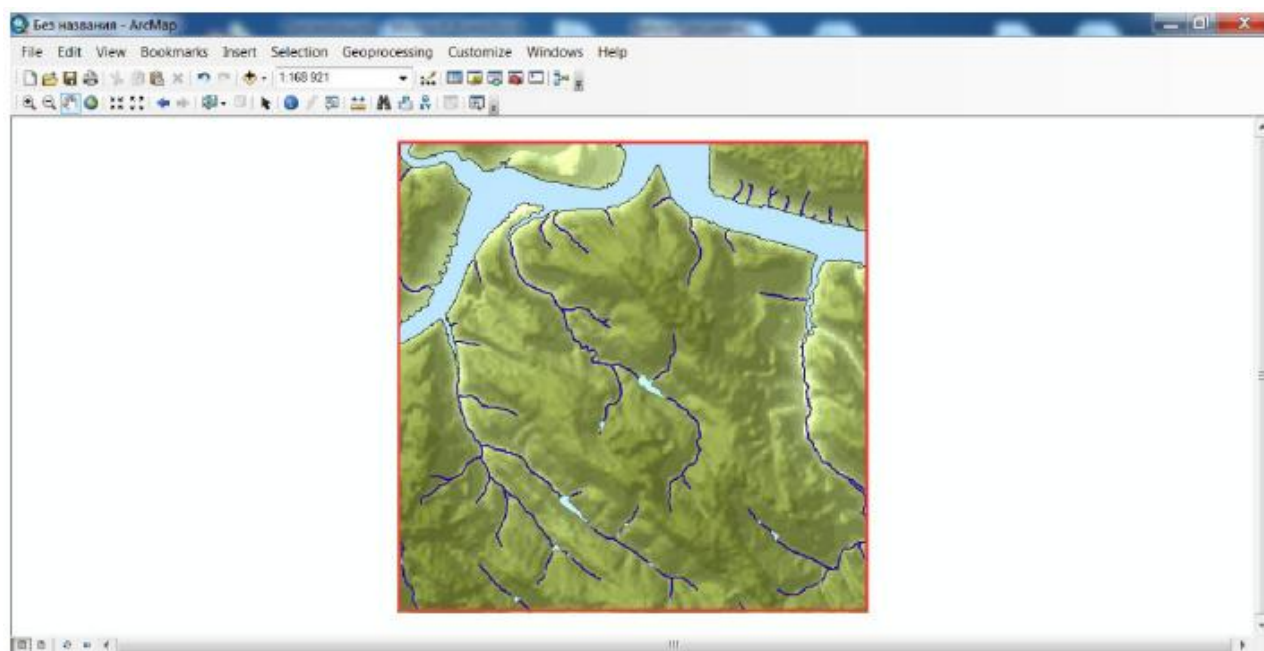


Рис. 2.14. Змодельована гідрологічно коректна ЦМР території дослідження
З метою підвищення точності побудови поверхонь, відповідно до рекомендацій ГІС ArcGIS, було виконано пакетне перетворення (Batch Project)

вихідних просторових даних у систему універсальної поперечної проекції Меркатора — UTM Zone 35N.

Під час цифрового моделювання рельєфу значення області розширення (у комірках) залишено за замовчуванням — 20. Мінімальні та максимальні висоти, використані для інтерполяції, відповідають діапазону від 111 м до 297 м, що узгоджується з особливостями рельєфу досліджуваної території.

Алгоритм ENFORCE забезпечив примусове заповнення локальних понижень та депресій. Основним типом вхідних даних були горизонталі рельєфу. Максимальну кількість повторів інтерполяції встановлено на рівні 30, що дозволяє усунути обмежену кількість некоректних локальних западин.

Фактор шорсткості поверхні прийнято рівним 0, оскільки основою моделювання були саме горизонталі. Фактор шорсткості кривизни профілю встановлено на середньому рівні — 0,5. Фактор похибки дискретизації визначено на середньому значенні — 2. Вертикальну середню похибку прийнято рівною 0, оскільки використання топографічної карти як достовірного джерела, а також проведення топологічних перевірок векторизації та атрибутивного наповнення дають змогу мінімізувати випадкові похибки висотних даних.

Параметр «допуск 1», що визначає точність і щільність висотних точок щодо дренажних характеристик поверхні, залишено рекомендованим за замовчуванням для горизонталей — 2,5.

Параметр «допуск 2», що перешкоджає неадекватному проходженню стоку через надмірно високі бар'єри, також прийнято за замовчуванням — 100.

Однією з ключових умов побудови гідрологічно коректної ЦМР та визначення гідрографічних характеристик річок і їх басейнів є вибір розміру растрової комірки.

Мінімальним значенням розміру комірки $\alpha_{\min}$, за якого повною мірою відтворюються всі характерні особливості рельєфу, є величина 0,2 мм у масштабі вихідної карти.

2.5. Моделювання водозбірної площі

Водозбірна площа (рис. 2.15), або басейн, - це територія, з якої талий та дощовий стік природно спрямовується до річки чи цілої річкової системи (водотоків), а також до озера або моря (водойм) [26].

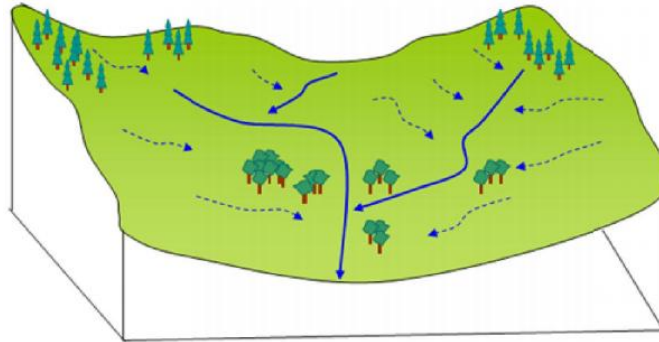


Рис. 2.15. Приклад водозбору

Тальвег – це лінія, що поєднує найнижчі (найглибші) точки русла річки, долини, яру, балки чи інших витягнутих форм рельєфу (рис. 2.16). Здебільшого тальвег збігається з ділянкою найшвидшої течії річки. На картографічних планах він відображається у вигляді порівняно прямої або хвилясто вигнутої лінії [26].

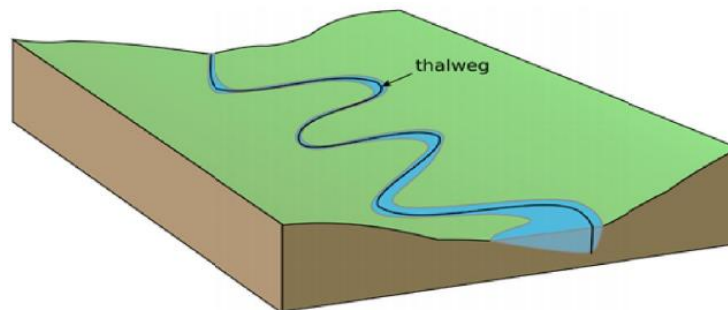


Рис. 2.16. Приклад виділення тальвегу

Виділення за топографічною картою басейну водотоку, тобто проведення меж водозбірної площі, є важливою складовою гідрологічних досліджень (зокрема під час розрахунку водного балансу, поверхневого стоку схилів тощо). Межі водозбору (басейну) окреслюють за вододільними лініями (рис. 2.17), що проходять через точки, від яких схили розходяться у різні боки. Такі точки зазвичай розташовані в місцях найбільшого вигину горизонталей. Вододіли прокладають по хребтових лініях — нормалях до горизонталей у місцях їх перетину на хребті, а також через вершини та сідловини [27].



Рис. 2.17. Схема визначення водозбірної площі та площі затоплення за топографічною картою [27]

За топографічними картами здійснюється також визначення площі затоплення – частини території, що підлягає водному zalиттю внаслідок створення штучного водного об'єкта. Процедура розпочинається з нанесення на карту проєктного положення дамби з урахуванням прогнозованої відмітки рівня води у майбутньому водоймищі. Умову коректного встановлення меж затоплення буде виконано в разі поєднання на протилежних схилах водотоку однойменних горизонталей із відповідною абсолютною висотою у місці формування греблі. У такому разі контур зони затоплення обмежується відповідною горизонталлю та лінією дамбової споруди.

У разі невідповідності відміток горизонталей проєктному рівню водного дзеркала, контур майбутнього водоймища визначають методом інтерполяції, встановлюючи положення точок заданої висоти та з'єднуючи їх плавною лінією.

Використання даних щодо величини водозбірної площі, середньорічної кількості атмосферних опадів, інтенсивності випаровування та здатності ґрунтового покриву до інфільтрації дає змогу розрахувати потужність водного потоку, необхідну для інженерного проєктування мостових переходів, гребель та інших гідротехнічних споруд.

На сьогодні ArcGIS 10.2 є однією з найбільш розповсюджених геоінформаційних систем для виділення меж водозбірних площ. На підготовленому растровому шарі насамперед здійснюють усунення локальних понижень (Fill), що містять комірки з невизначеним напрямком стоку. Після цього формується растр напрямку стоку (Flow Direction), у якому для кожної комірки визначається напрям руху води до нижче розташованої комірки максимального градієнта.

Для підвищення достовірності моделювання рекомендується активувати параметр спрямування стоку з крайових комірок назовні (Force all edge cells to flow outward). Сумарний стік (Flow Accumulation) обчислюється як накопичена вага всіх комірок, що відводять стік до певної комірки вздовж схилу.

У параметрах сумарного стоку доцільно передбачити формування цілочисельного растру та застосувати класифікацію за двома діапазонами значень. На основі растрів локальних понижень та сумарного стоку формується умовний шар (Con). Для впорядкування мережі водотоків використовується метод Страхлера, що реалізується на основі растру водотоків, створеного з урахуванням попередньої умови, і растру сумарного стоку (Stream Order). Одержані водотоки перетворюють у векторні лінійні об'єкти (Stream to Feature) на основі растрів водотоків і напрямку стоку. Після цього формують растр меж басейнів (Basin), який далі конвертують у полігональний векторний шар.

Наступним етапом є створення та позиціонування точок витоку (Snap Pour Point), що дає змогу визначити комірки з максимальним значенням сумарного стоку в межах заданого допуску довкола початкових точок і перемістити точки витоку у їх оптимальне положення. На завершальному етапі запускають інструмент визначення водозбірної області (Watershed), до якого завантажуються растр напрямку стоку та растр уточнених точок витоку. Отриманий растровий шар водозбірної області (рис. 2.18) конвертують у полігональний векторний формат для подальшого виконання картометричних та аналітичних процедур.

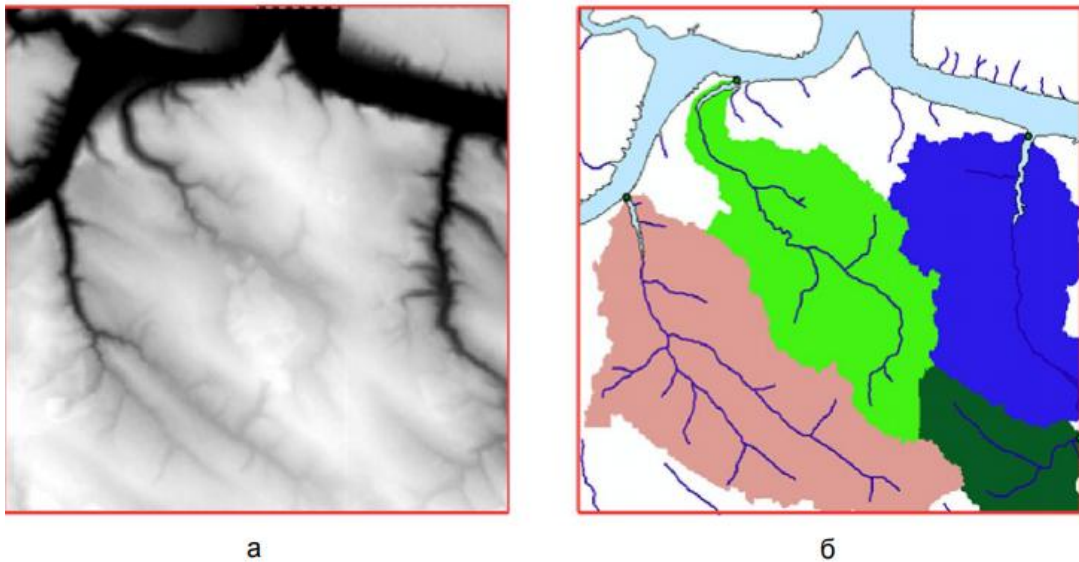


Рис. 2.18. Процес визначення водозбірної площі в середовищі ArcGIS: а – вихідний растр глобальної висотної моделі SRTM для території дослідження; б – результати просторового моделювання, що відображають сформовані водозбірні площі навколо елементів гідрографічної мережі.

2.6 Визначення ймовірного рівня водного дзеркала

Уріз води — це лінія перетину водної поверхні водотоку чи водойми (річки, озера, моря) з прилеглою поверхнею суші. Його положення є динамічним і змінюється внаслідок коливань рівня води, спричинених, зокрема, повеннями, припливно-відпливними процесами, антропогенним впливом та іншими чинниками [29] (рис. 2.19).

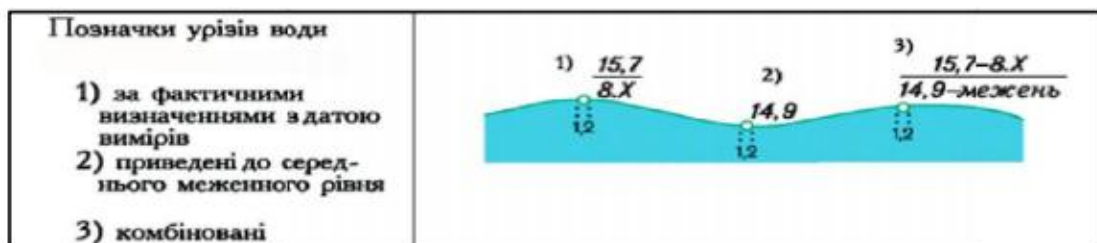


Рис. 2.19. Приклад відображення урізу води на топографічних картах.

Позначки урізів води на топографічних планах масштабів 1:500–1:1000 подають за їх фактичними значеннями, визначеними на дату виконання знімання. На планах масштабів 1:2000–1:5000 відмітки урізів води, як правило, приводять до середнього меженного рівня. За окремими технічними вимогами

допускається використання комбінованого подання у вигляді подвійного умовного знака [28].

Дата, що зазначається біля позначки урізу води, повинна містити число та місяць вимірювань; рік указують лише у випадках, коли топографічне знімання відповідної трапеції триває протягом двох і більше календарних років. Якщо одночасне визначення рівня води проводиться у межах усієї території знімальних робіт, на східній стороні рамки кожного плану розміщують відповідний службовий підпис про виконання таких вимірювань.

Приведені відмітки урізів води використовують під час створення планів масштабу 1:5000 і 1:2000 на значні території з метою забезпечення коректного подальшого картоскладання. Визначення позначок урізів здійснюють переважно з точністю до десятих часток метра. Для планів масштабів 1:1000 та 1:500 на ділянках зі слабо вираженими ухилами русел водотоків, відповідно до додаткових технічних вимог, відмітки визначають і наносять з точністю до сотих часток метра.

Позначки урізів води на річках, каналах і канавах необхідно наносити через кожні 10–15 см на плані, обов'язково біля рамок, у місцях різких змін форми русла та поряд із гідрографічними об'єктами, що мають орієнтирне або господарське значення. На топографічних планах позначку урізу підписують біля кожної водойми, якщо її площа становить не менше 1 см² для масштабів 1:5000 і 1:2000 та 5 см² — для масштабів 1:1000 і 1:500. Для окремих озер і ставків позначки наносять незалежно від їх фактичних розмірів. У випадку водосховищ на річках обов'язково подається позначка рівня їх хвостової частини, де спостерігається виклинення підпору води.

Ставок — це штучна замкнена водойма, наповнення якої відбувається за рахунок талих і дощових вод, а також підземного стоку ґрунтових вод. Місце розташування ставка може відповідати природним пониженням рельєфу, де акумулюються поверхневі води, або штучно створеним котлованам. На основі вихідних даних для побудови цифрової моделі рельєфу було проаналізовано орієнтовний контур штучної водойми (рис. 2.20). Слід зазначити, що в межах

відміток висот 253–249–247–250–251 у північно-східній частині території передбачено влаштування земляної дамби, сформованої з матеріалу, отриманого під час днопоглиблювальних робіт.

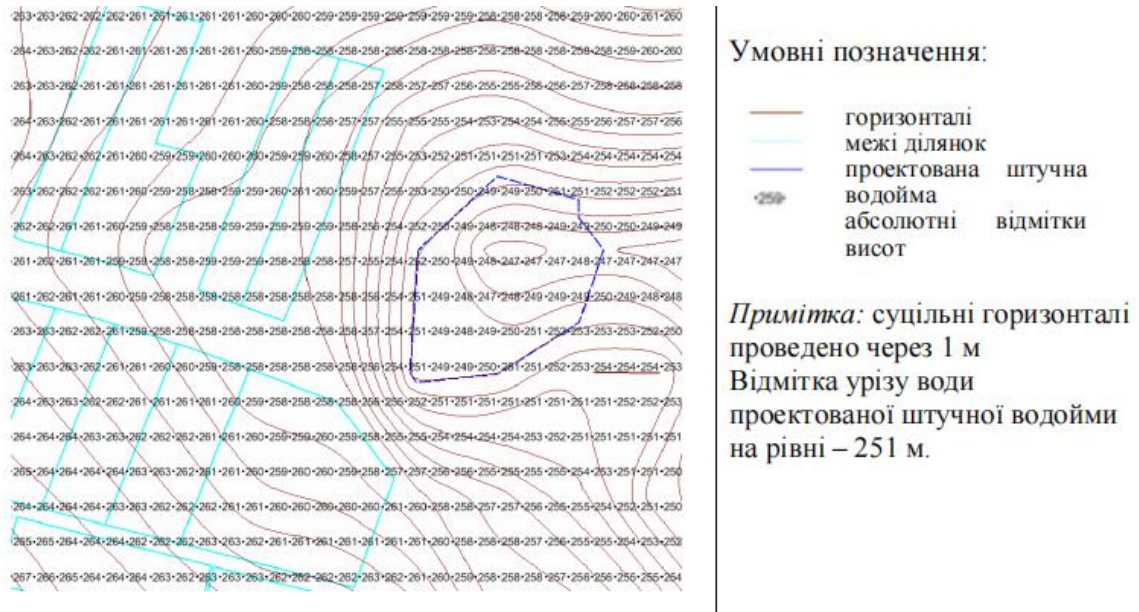


Рис. 2.20. Схематичне відображення геометрії водного дзеркала змодельованої штучної водойми, сформованої відповідно до морфологічних особливостей рельєфу досліджуваної території.

Початковою умовою інженерно-технічного проектування є рекогностування місцевості та інженерно-будівельна оцінка території з урахуванням ризиків природних надзвичайних ситуацій, зокрема підтоплення та затоплення. Загальна оцінка території є сприятливою. Для аналізу були зібрані та опрацьовані ключові вихідні дані: глобальні висотні моделі SRTM, межі адміністративних одиниць, конфігурація землеволодінь і землекористувань, ортофотоплани, з використанням ресурсів Національної інфраструктури геопросторових даних.

Опрацювання даних виконувалося в GIS-середовищах ArcGIS та MapInfo з акцентом на модуль «Гідрологія» та засоби проєктування «MapCAD». Процес включав створення ЦМР території, аналіз водозбірних площ та прогнозування конфігурації рівня водного дзеркала. Проєктні рішення щодо захисту та благоустрою території спрямовані на оптимізацію екологічного стану.

3. ВИКОНАННЯ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ ПРИ АДАПТАЦІЇ ПРОЄКТУ ШТУЧНОЇ ВОДОЙМИ ДО РЕЛЬЄФУ ТЕРИТОРІЇ

3.1 Аналіз гідрологічних характеристик території на початковому етапі

На початковому етапі проєктування штучної водойми було відоме лише приблизне розташування території дослідження, яка перебувала за межами земельної ділянки з кадастровим номером **7322085200:02:003:0242**.

У зв'язку з цим було проведено пошук вихідних даних, що повністю охоплювали зазначену територію. В результаті було виявлено та завантажено два листи глобальної висотної моделі SRTM (рис. 3.1).

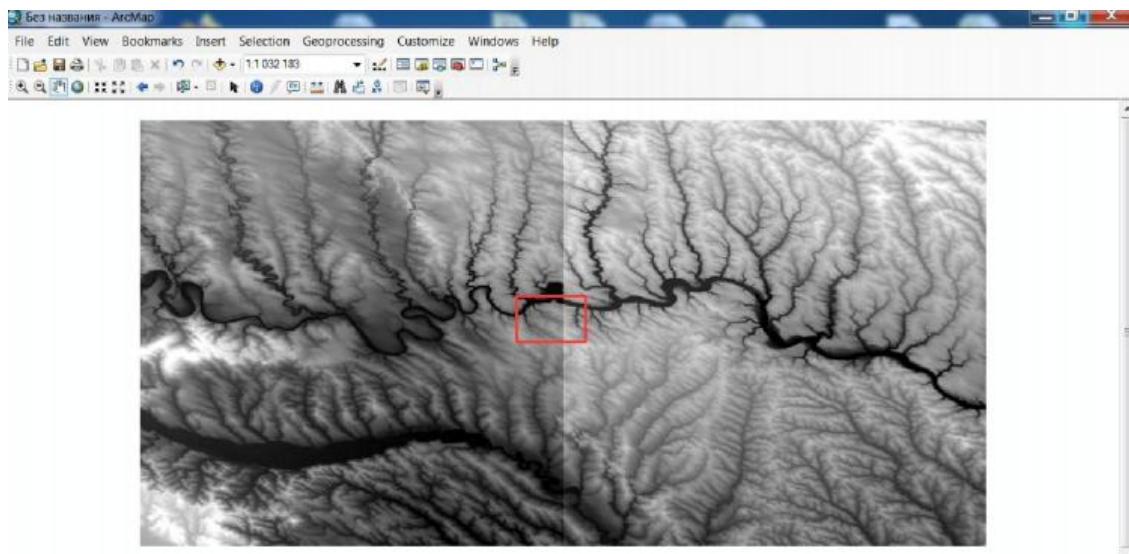


Рис. 3.1. Глобальні висотні дані SRTM: n-48-e026-1arc; n-48-e026-1arc та територія дослідження, виділена червоним кольором.

Оскільки територія дослідження охоплювала два окремих листи глобальної висотної моделі SRTM з різними масштабами висот (абсолютні максимальні та мінімальні відмітки), для забезпечення єдності подальших робіт було виконано їх об'єднання за допомогою інструмента **Mosaic**. На основі отриманого злитого растру, із застосуванням функції **TopoRaster**, було здійснено цифрове моделювання рельєфу місцевості. Результати моделювання наведено на рисунку 3.2.

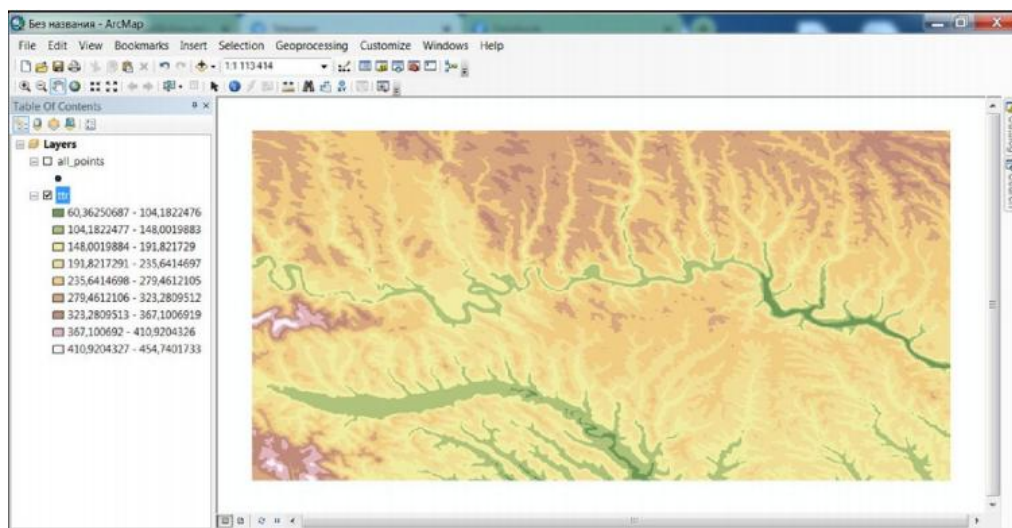


Рис. 3.2. Цифрова модель рельєфу місцевості на основі листів глобальної висотної моделі SRTM: N48E026-1arc; N48E026-1arc.

На базі цієї цифрової моделі проводилося визначення напрямків стоку води за допомогою алгоритму Flow Direction (рис. 3.3).

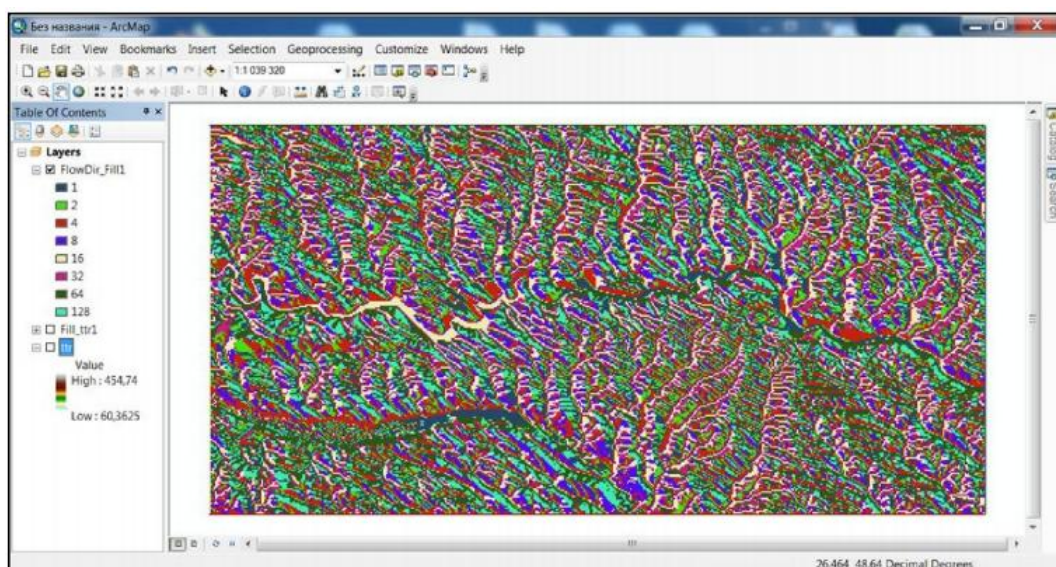


Рис. 3.3. Обчислення напрямків стоку

Вихідним шаром для аналізу слугував растр цифрової моделі рельєфу місцевості. Визначення напрямків стоку виконувалося з урахуванням **8 сусідніх комірок**, при цьому для крайніх комірок растру застосовувався параметр «**стік із крайніх комірок назовні**». На основі отриманих напрямків стоку проводився розрахунок **накопичення стоку (Flow Accumulation, рис. 3.4)**. Результатом роботи цього інструменту є растр сумарного стоку кожної комірки, який визначається як сума ваг всіх комірок, що стікають у відповідну комірку вниз по схилу.

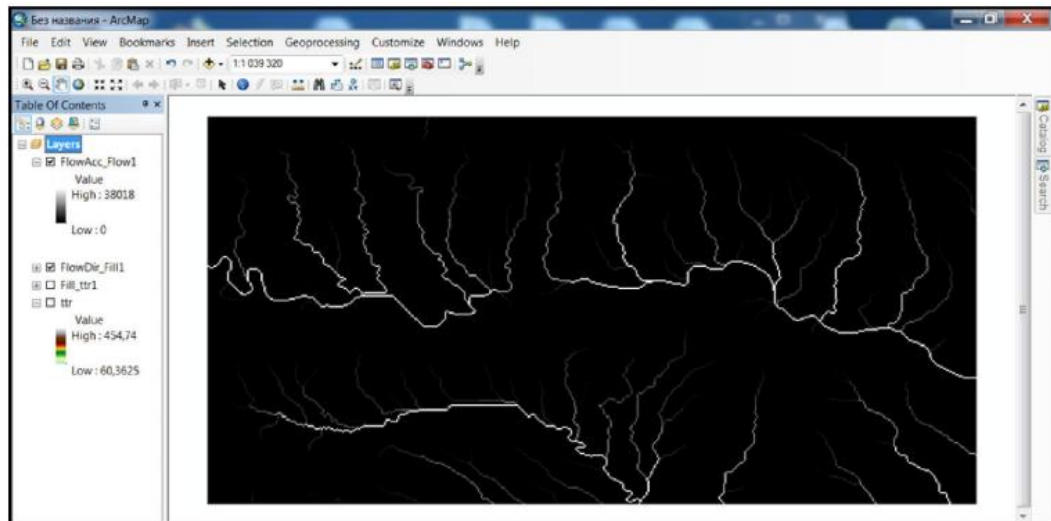


Рис. 3.4. Накопичення стоку

Встановлення порогових значень сумарного стоку дозволило більш детально відтворити гідрографічну мережу території (рис. 3.5), що забезпечило точніше визначення просторового розташування, конфігурації та гідроморфологічних параметрів локальних струмків і водотоків. Завдяки цьому стало можливим ідентифікувати основні напрямки поверхневого стоку, уточнити масштаби дрібних потоків та їх взаємозв'язок із рельєфом, що є критично важливим для подальшого моделювання водного режиму та інженерно-гідрологічного планування території.

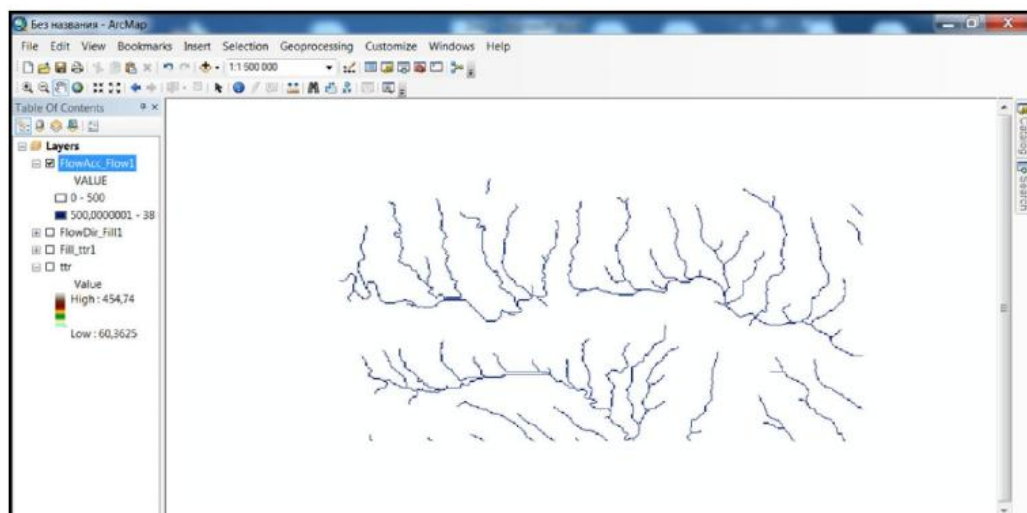


Рис. 3.5 Деталізація гідрографічної мережі

На основі впорядкованої гідрографічної мережі водотоків, очищеної від хибних значень інтерполяції поверхні, за допомогою функції **Stream Order** було визначено напрямки стоку (рис. 3.6). Це дозволило встановити ієрархію

водотоків та уточнити послідовність руху води по території, що є необхідним етапом для подальшого моделювання водного режиму та гідрологічних процесів.

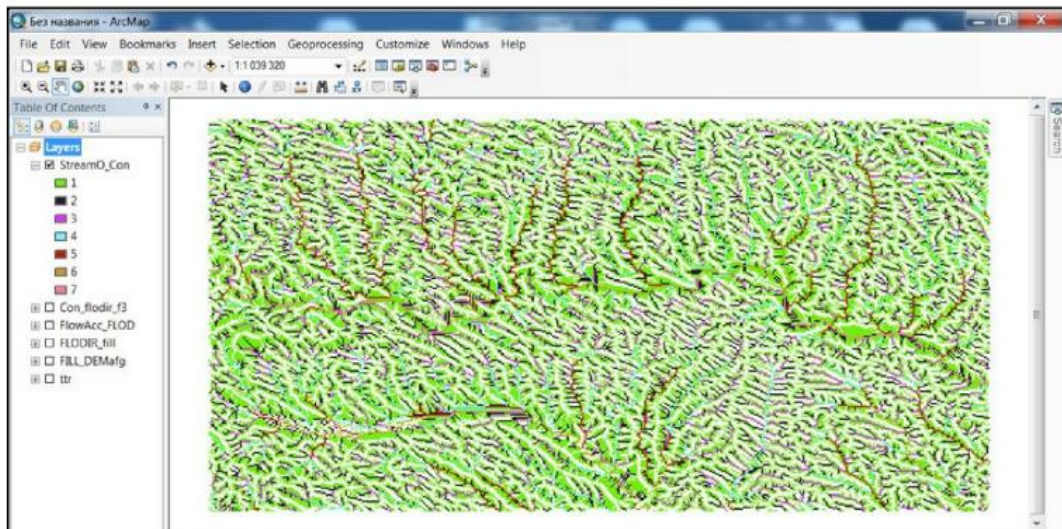


Рис. 3.6. Розрахунок напрямків стоку

В результаті проведеного аналізу було виявлено стоки із **сімома порядками**, проте така деталізація виявилася надмірною для цілей дослідження. Тому було виконано **обґрунтовану генералізацію** (рис. 3.7), у ході якої виділено **чотири основні порядки** водотоків. Зокрема, перший порядок відповідає великим річкам (для даної території – Дністер), другий – середнім річкам, а третій та четвертий – малим річкам і основним струмкам. Така класифікація дозволила спростити гідрографічну мережу для подальшого моделювання та аналізу водного режиму території.

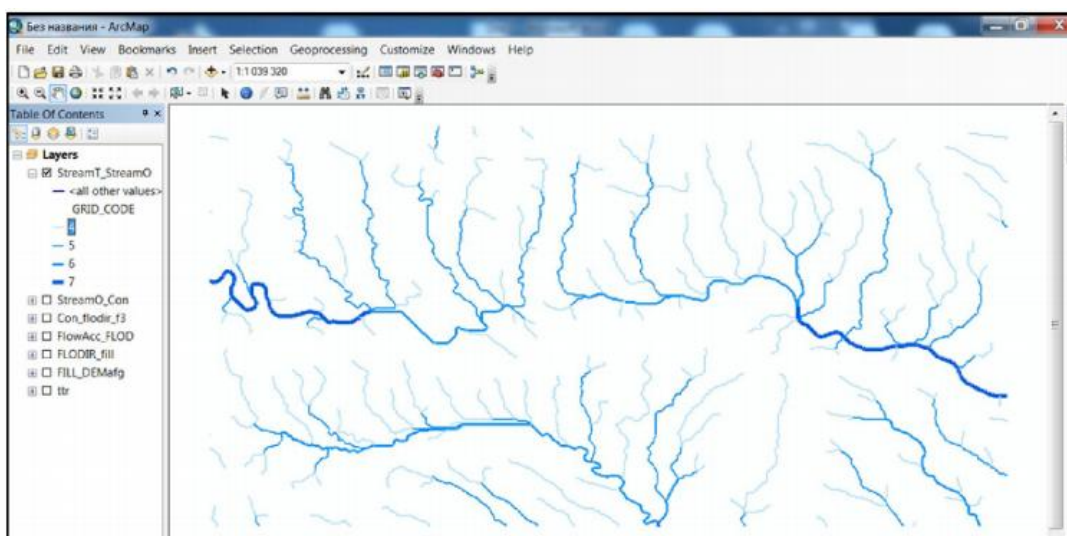


Рис. 3.7. Генералізація гідрографічної мережі

Враховуючи конфігурацію гідрографічної мережі та гідрологічно коректну цифрову модель рельєфу, було проведено узагальнене виділення меж річкових

басейнів (рис. 3.8). Порівняльний аналіз отриманих результатів підтвердив, що весь поверхневий стік території дослідження однозначно належить до басейну річки **Дністер**, що дозволяє коректно визначити напрямки водного стоку та підґрунтя для подальшого гідрологічного моделювання.

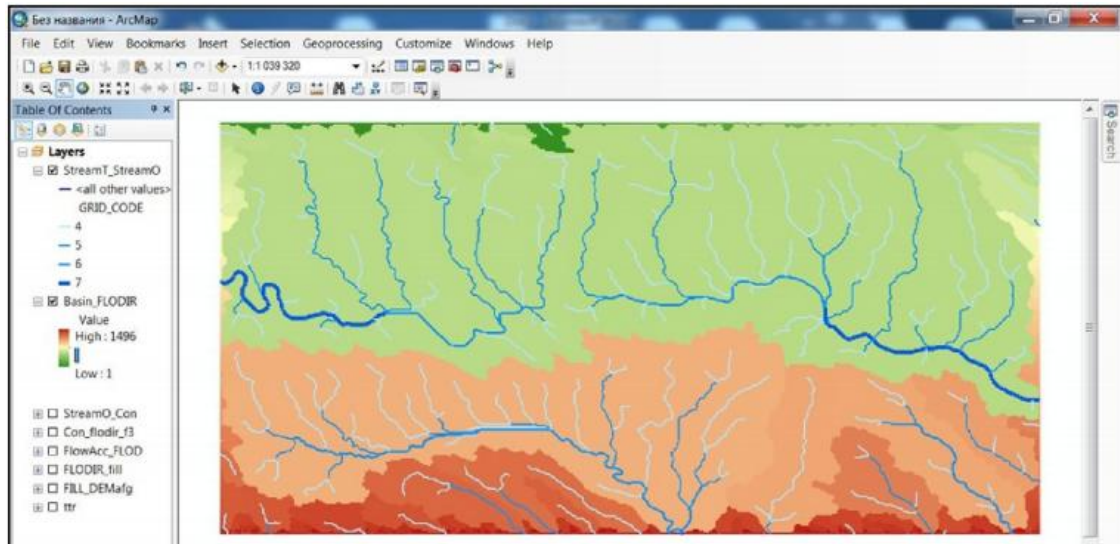


Рис. 3.8 Виділення меж басейнів річок

Одержані результати були переведені у векторний формат за допомогою інструмента **Raster to Polygon**, що значно звузило територію пошуку та дозволило підвищити рівень деталізації для подальшого аналізу та дослідження (рис. 3.9). Це забезпечило точніше відображення меж та конфігурації водозбірної площі та спростило проведення наступних картографічних та гідрологічних операцій.

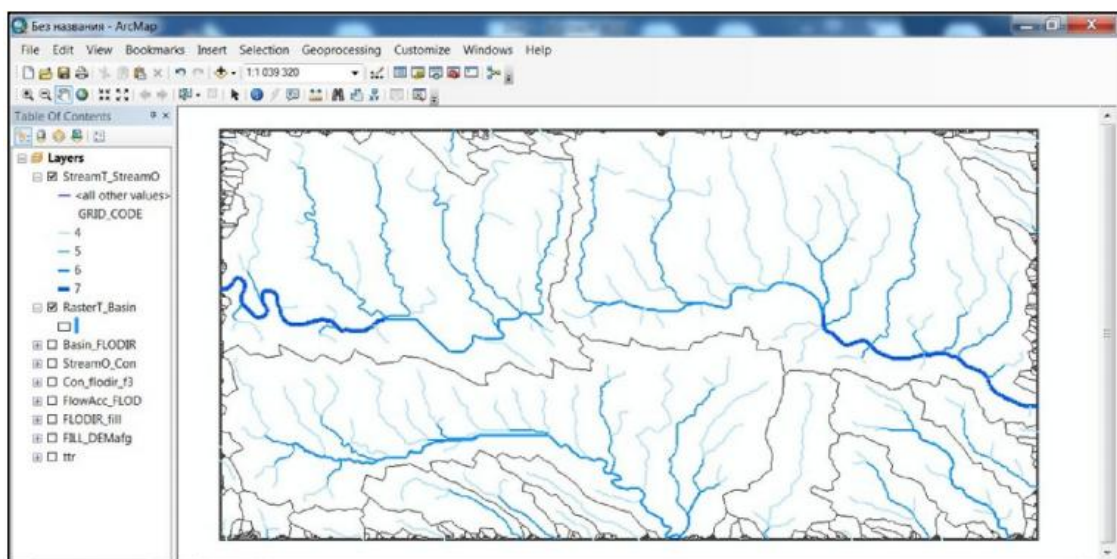


Рис. 3.9 Векторизовані межі території річкових басейнів

3.2 Методи дешифрування для створення гідрологічно коректної моделі території

Попередній гідрологічний аналіз території дозволив значно звузити зону вишукувань. Для підвищення точності моделювання геоінформаційній системі необхідно надати додаткові, бажано більш якісні, вихідні дані. У зв'язку з масовим старінням та нерегулярним оновленням планово-картографічних матеріалів, основна увага була зосереджена на ортофотопланах Держгеокадастру (рис. 3.10), які за планово-висотною точністю на території сільських населених пунктів відповідають масштабу 1:10 000.



Рис. 3.10. Покриття орфотопланами території дослідження

Цифрове моделювання за допомогою функції **Topo to Raster** (рис. 2.13) передбачає інтеграцію додаткових шарів, зокрема: висотних точок (**TopoPoint Elevation**, отримано за даними SRTM); меж території моделювання (**TopoBoundary**, визначено після попереднього гідрологічного аналізу та для наочності позначено червоним прямокутником на рис. 3.1); водотоків (**TopoStream**); ставків та озер (**TopoLake**); узбережжя (**TopoCoast**); скель (**TopoCliff**). Останні чотири шари дешифровані за прямими ознаками на основі ортофотопланів.

Особливості дешифрування об'єктів за прямими ознаками полягали у дотриманні таких критеріїв [12]:

- **Великі річки** (наприклад, Дністер) мають ширину русла 200–450 м і зображуються широкою звивистою смугою; відтінок води змінюється від світло-сірого до темно-сірого залежно від глибини, характеру дна та моменту знімання. Постійні притоки відображаються аналогічно.

- **Малі річки (русло)** зображуються вузькими звивистими смугами сірого або світло-сірого відтінку, орієнтованими за напрямом лінії на фоні лісового масиву та за рельєфом місцевості.

- **Пересихаючі потоки** проявляються світлими звивистими лініями русел.

- **Урвисті береги без пляжу** відображаються темно-сірими або чорними смугами, що відокремлюють воду від суші.

- **Берегові відмілини** позначаються світло-сірими або майже білими плямами, які контрастують із темним фоном води, або паралельними смугами.

- **Постійні струмки** показані вузькими звивистими лініями сірого відтінку.

- **Канави** характеризуються прямолінійними контурами, плавними вигинами та вузькими смугами деревно-чагарникової рослинності вздовж берегів.

- **Озера** визначаються замкнутими звивистими береговими лініями та однорідним відтінком водної поверхні.

- **Скелі та скелясті гребені** дешифруються за крутизною оголеної поверхні та характерною посіченою формою.

- **Обриви** на знімках проявляються вузькими смугами світлого відтінку при прямому освітленні сонцем.

- **Сухі русла річок**, характерні для посушливих регіонів, видно як звивисті смуги різної ширини та відтінку.

Для полегшення дешифрування та додавання атрибутивних характеристик (висота, ширина, глибина ерозійних форм рельєфу) використовувався фрагмент топографічної карти масштабу 1:100000 (рис. 3.11).



Рис. 3.11. Фрагмент топографічної карти масштабу 1:100000 території дослідження

На рис. 3.12. за даними ортофотопланів наведено результати дешифрування додаткових шарів

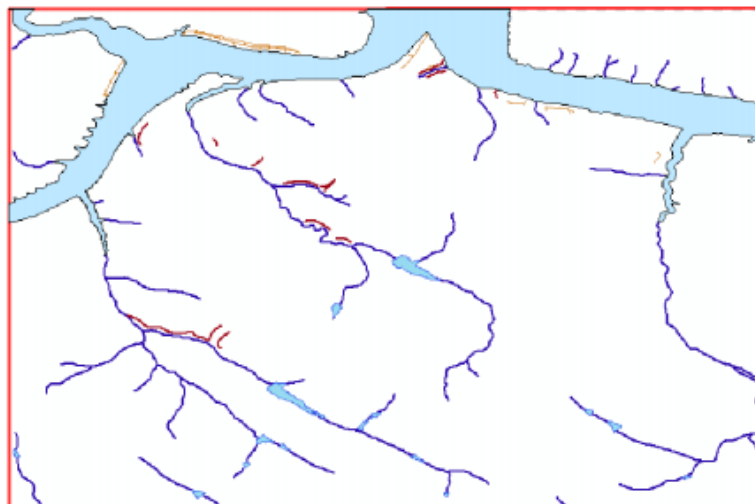


Рис. 3.12 Результат дешифрованих додаткових вихідних даних

3.3 Кадастрове зонування обмежень щодо використання

Відповідно до ст. 197 Земельного кодексу України, кадастрове зонування є складовою частиною державного земельного кадастру [22]. Воно не встановлює прав та обов'язків, а фіксує існуючий правовий режим земель і слугує технічним засобом обліку.

Кадастрове зонування включає визначення місця розташування обмежень на використання земель, серед яких охоронні зони навколо об'єктів, санітарно-

захисні зони, зони особливого режиму використання земель для оборони та територіальної цілісності, земельні сервітути тощо.

Для забезпечення охорони водних об'єктів, запобігання їх забрудненню, виснаженню та знищенню навколоводних рослин і тварин, а також регулювання стоку встановлюються **водоохоронні зони**. Відповідно до ст. 87 Водного кодексу України, водоохоронна зона є природоохоронною територією з регульованою господарською діяльністю, що включає заплаву річки, першу надзаплавну терасу, бровки та круті схили берегів, а також прилеглі балки та яри. Межі та розміри водоохоронних зон визначаються проектом на основі нормативно-технічної документації.

Прибережна захисна смуга – частина водоохоронної зони з більш суворим режимом господарської діяльності (ст. 4 ВКУ). Водна охорона та прибережна смуга відрізняються за порядком встановлення, шириною та режимом використання і потребують нормативного закріплення як обмеження прав на землю.

Прибережні смуги встановлюються вздовж урізу води (у меженний період) з шириною:

- 25 м – для малих річок, струмків, потічків та ставків площею до 3 га;
- 50 м – для середніх річок, водосховищ та ставків понад 3 га;
- 100 м – для великих річок, водосховищ та озер.

Якщо крутизна схилів перевищує 3° , мінімальна ширина смуги подвоюється. У межах населених пунктів ширина прибережної смуги визначається з урахуванням конкретних умов.

У прибережних смугах забороняється: розорювання земель (крім підготовки ґрунту для залуження та залісення), садівництво, городництво, застосування пестицидів і добрив, будівництво споруд (крім гідротехнічних, гідрометричних та лінійних), влаштування літніх таборів для худоби, миття та обслуговування техніки, звалища та інші шкідливі дії (ст. 89 ВКУ). Споруди, що не відповідають режиму, підлягають винесенню з прибережних смуг.

Навколо ставка проектувалася прибережна смуга шириною 50 м відповідно до ст. 60 ЗКУ, оскільки площа ставка перевищує 3 га. За допомогою інструменту «Буферні зони» в середовищі MapInfo спроектовано конфігурацію смуги (рис. 27). Загальна площа полігону становила 9,9666 га, від якої віднято площу водойми (4,9465 га), що дало площу обмежень 5,0201 га.

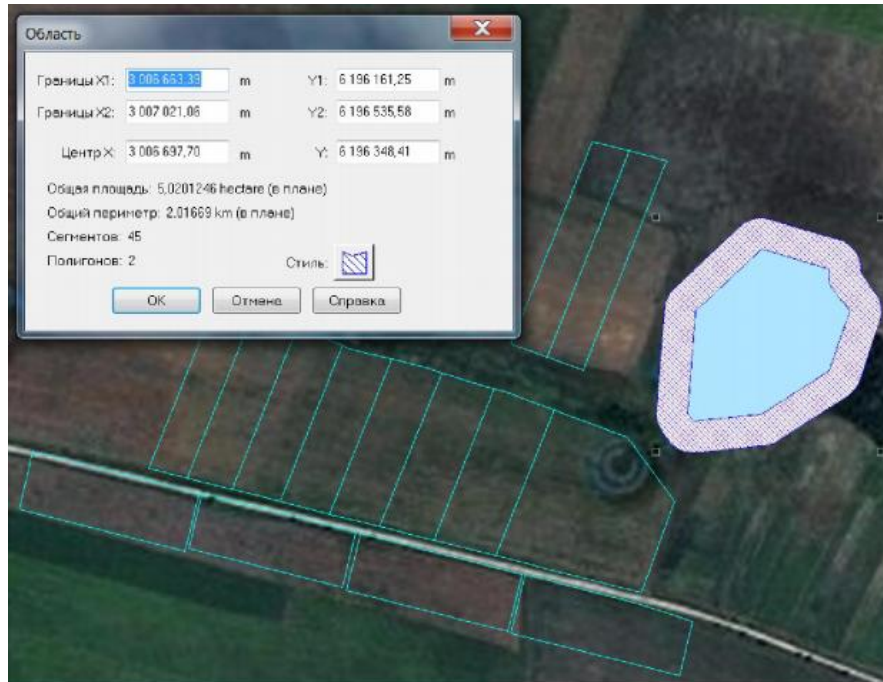


Рис. 3.13. Конфігурація прибережної захисної смуги

Як показано на рис. 3.13, проєктована прибережна захисна смуга не обмежує права володіння та користування земельними ділянками нинішніх власників і користувачів.

Проте межу проходження смуги рекомендується закріпити на місцевості та, за можливості, запобігати розорюванню та засміченню її території, а також встановити інформаційні знаки по периметру.

У середовищі ГІС буферну зону можна розділити на складові елементи: поворотні точки полігону, відрізки та дуги (рис. 3.14). У вузлових точках здійснюється побудова координатних точок з присвоєнням значень X та Y за допомогою географічного оператора **Centroid X / Centroid Y**, що забезпечує можливість точного перенесення меж смуги в натуру (табл. 3.1).

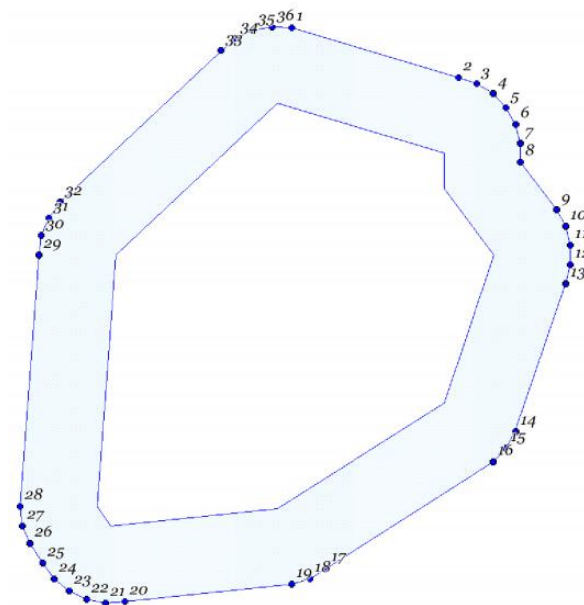


Рис. 3.14. Поворотні точки прибережної захисної смуги

Зважаючи на значну кількість точок (табл. 3.1), а також на відкритість місцевості для перенесення проєктних точок доцільно застосувати GPS-приймач.

3.4 Підготовка даних для перенесення проєкту в натуру та закріплення його на місцевості

Запроєктовано водойму у формі полігону (рис. 3.15) дев'ятикутника загальною площею 4.9465 га. (табл. 3.2).

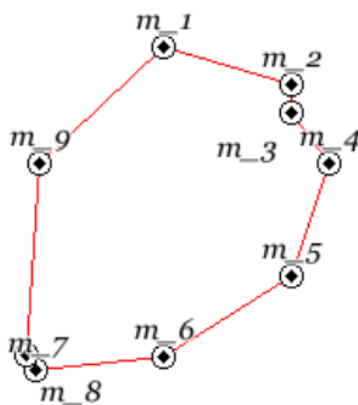


Рис. 3.15. Конфігурація запроєктованої водойми (масштаб 1:5000)

Таблиця 3.1

Значення координат поворотних точок прибережної захисної смуги

№ пікету	Координати		№ пікету	Координати		№ пікету	Координати	
	X	Y		X	Y		X	Y
1	216839,770	426534,760	13	217017,980	426368,840	25	216678,220	426187,100
2	216948,170	426502,660	14	216985,360	426272,680	26	216669,640	426199,730
3	216960,070	426498,810	15	216979,220	426261,760	27	216664,960	426211,330
4	216970,650	426492,060	16	216979,220	426252,670	28	216663,430	426223,750
5	216979,220	426483,010	17	216970,650	426183,760	29	216675,660	426387,340
6	216985,360	426472,050	18	216851,670	426177,020	30	216677,220	426399,780
7	216988,480	426459,790	19	216839,760	426173,160	31	216681,790	426411,380
8	216988,480	426447,690	20	216731,440	426162,060	32	216689,120	426421,620
9	217011,850	426416,750	21	216718,980	426161,210	33	216793,880	426519,990
10	217017,980	426405,830	22	216706,590	426163,580	34	216803,580	426527,880
11	217021,110	426393,560	23	216695,250	426168,950	35	216814,920	426533,250
12	217021,110	426383,120	24	216685,550	426176,860	36	216827,260	426535,620

Таблиця 3.2

Відомість обчислення площі водойми

Точка	Координати		$X_{n-1}-X_{n+1}$	$Y_{n+1}-Y_{n-1}$	$X \times Y_{n+1}-Y_{n-1}$	$Y \times X_{n-1}-X_{n+1}$
	X	Y				
1	216830.39	426485.68	-213.2	66.24	14362845.034	-90926746.976
2	216938.83	426453.58	-108.44	-55.3	-11996717.299	-46244626.215
3	216938.83	426430.38	-32.62	-66.24	-14370028.099	-13910158.996
4	216971.45	426387.34	0	-139.2	-30202425.840	0.000
5	216938.83	426291.18	141.06	-165.09	-35814431.445	60132633.851
6	216830.39	426222.25	216.77	-80.03	-17352936.112	92392197.132
7	216722.06	426211.15	116.98	1.5	325083.090	49858180.327
8	216713.41	426223.75	-3.57	176.19	38182735.708	-1521618.788
9	216725.63	426387.34	-116.98	261.93	56766944.266	-49878791.033
			0	0	-98930.697	-98930.697
				S	-49465.349	м ²
				S	4.9465	га

Для перенесення проєктного рішення в натуру необхідно мати щонайменше дві точки з координатами, визначеними на місцевості. Оскільки до найближчих пунктів ДГМ «Комарів» та «Братанівка» більше 3 км, організація тахеометричних ходів від них є недоцільною.

У ході рекогностування території було визначено координати поворотної точки в створі земельної ділянки **7322085200:02:003:0241** та суміжної дороги (точка **GPS_1**). Друга координата була зафіксована в північно-східному куті земельної ділянки **7322085200:02:003:0233** (точка **GPS_2**). Між цими точками забезпечується взаємна видимість (рис. 3.16).



Рис. 3.16. Схема розташування та визначення вихідних координат засобами GPS

В режимі RTK проводилися вимірювання, результати яких наведено в таблиці 3.3. Для контролю між точками обчислювалося горизонтальне прокладення $D_{\text{інстр}}$ у прямому та зворотному напрямках, а також розв'язувалася обернена геодезична задача $D_{\text{обч}}$.

Таблиця 3.3

Визначення вихідних координат для перенесення проєкту в натуру

Напрямок	α	$D_{\text{обч}}$	$D_{\text{інстр}}$	Точка	X	Y
GPS__1	86° 36' 24"	689.960	689.990	GPS__1	216638.82	425937.970
GPS__2	266° 36' 24"	689.960	689.970	GPS__2	216679.66	426626.720

Враховуючи умови місцевості, визначалися найбільш зручні вихідні точки для перенесення проєктних відстаней та кутів (рис. 3.17) з метою отримання проєктних координат, наведених у таблиці 3.4.

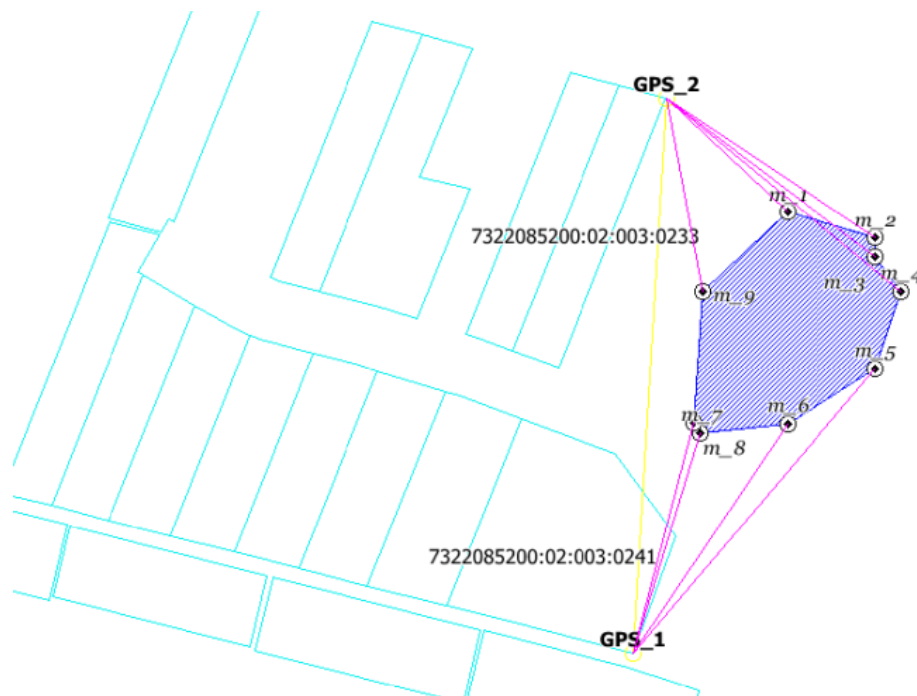


Рис. 3.17. Схема перенесення проєктних елементів

Виконання серії обернених геодезичних задач між парами точок стояння та напрямків дозволило визначити значення дирекційних кутів і горизонтальних прокладень (табл. 3.4). Подальше перенесення цих величин на місцевість реалізується через розв'язання прямої геодезичної задачі.

Таблиця 3.4

Розрахункові значення елементів перенесення для одержання проєктних координат штучної водойми

Точка стояння	Напрямок	$D_{\text{обч}}$	α
GPS__2	т_1	206.420	316° 54' 26"
	т_2	311.680	326° 15' 28"
	т_3	325.140	322° 51' 06"
	т_4	377.420	320° 38' 15"
	т_9	243.760	280° 52' 42"
GPS__1	т_5	463.410	49° 39' 21"
	т_6	342.790	56° 00' 59"
	т_8	295.340	75° 21' 50"
	т_7	285.570	73° 02' 38"

Послідовність перенесення полягала у наступному: спостерігач встановлював тахеометр на одну з точок стояння, візувався на іншу та задавав розрахункове значення дирекційного кута між ними (за даними табл. 3.3), після чого контролювалося горизонтальне прокладення. Лише після цього елементи, наведені в табл. 3.4, послідовно переносилися за годинниковою стрілкою у порядку зростання. Після завершення перенесення елементів спостерігач переходив на наступну точку, приводив тахеометр у робоче положення та візувався на попередню точку стояння, встановлюючи нове розрахункове значення дирекційного кута та контролюючи горизонтальне прокладення. Подальша послідовність перенесення проєктних елементів здійснювалася за аналогічною процедурою.

Вихідними даними для перенесення проєктних елементів у натуру слугували матеріали, зокрема координати попередньо визначених точок **GPS_1** та **GPS_2**, дирекційні кути та горизонтальні відстані дев'яти точок, що формують геометрію водного дзеркала (табл. 3.4). Крім того, координати точок, що визначають контур прибережної захисної смуги.

Для виконання робіт із перенесення елементів проєкту на місцевість використовувалися ГНСС-приймач та електронний тахеометр (рис. 3.18).



Рис. 3.18 Засоби для польових робіт: а – ГНСС приймач SokkiaGCX3; б – електронний тахеометр Sokkia-iAM-55

Геодезичний супутниковий приймач є двохчастотним, підтримує системи **GPS/ГЛОНАСС** та може працювати в режимі **RTK**. Електронний тахеометр

забезпечує вимірювання горизонтальних кутів з точністю 5", має 30-кратне збільшення та визначає довжини: до 4 км з відбивачем і до 500 м без відбивача.

Технологія перенесення полягала у встановленні ГНСС-приймача на точку **GPS_2**, а електронного тахеометра – на точку **GPS_1**. Після приведення приладів у робоче положення та проведення контрольних перевірок зорова труба тахеометра візувалася на антену ГНСС-приймача, а на дисплеї встановлювався відповідний дирекційний кут. Далі визначалися дирекційні кути та відстані для точок 5, 6, 7 та 8.

Після цього ровер і штатив тахеометра мінялися місцями, і перенесення точок здійснювалося аналогічно з пункту **GPS_2**, що дозволило перенести точки 1, 2, 3, 4 та 9. Контроль точності виконання робіт проводився шляхом кінцевого візування на ГНСС-приймач, встановлений на точці **GPS_1**, та перевірки розрахованого дирекційного кута. Положення точок фіксувалося дерев'яними межовими знаками.

Окремо, ГНСС-приймачем у режимі RTK було здійснено перенесення 36 координат (табл. 3.1), які визначають межу прибережної захисної смуги (рис. 3.15). Це стало можливим завдяки відкритості місцевості, відсутності забудови, деревної та чагарникової рослинності (рис. 3.19).



Рис. 3.19. Загальна схема перенесення проектних відміток межі прибережної захисної смуги в режимі RTK

3.5 Обґрунтування техніко-економічних показників штучної водойми

Основні дані про стан рибогосподарської технологічної водойми, водний режим, фізико-географічні та технічні характеристики водойми та споруд, що забезпечують її функціонування, рибопродуктивність, а також комплекс графічних матеріалів і креслень містяться в паспорті рибогосподарської технологічної водойми.

Паспорт розробляється уповноваженими підприємствами, установами та організаціями, що належать до сфери управління центрального органу виконавчої влади, відповідального за реалізацію державної політики у сфері рибного господарства.

Основними джерелами вихідної інформації для створення Паспорта є:

- ❖ Матеріали комплексних польових обстежень водойми та джерел водопостачання;
- ❖ Дані багаторічних гідрологічних спостережень поверхневих і підземних вод;
- ❖ Відомості про природні умови регіону;
- ❖ Архівні матеріали щодо екстремальних гідрометеорологічних показників;
- ❖ Топографічні та тематичні карти, плани та креслення за результатами польових обстежень;
- ❖ Проектні матеріали водойми, фондові та оперативні дані наукових і проектних організацій;
- ❖ Дані водообліку та водоспоживання;
- ❖ Відомості Державного земельного кадастру та природно-сільськогосподарське районування території водойми та джерел водопостачання [31].

Під час дослідження зібрано інформацію про природно-кліматичні умови території, топографічні карти та ортофотоплани, а також дані ДЗК щодо землевласників та землекористувачів. Показники водообліку та водоспоживання оцінювалися на основі середньорічної кількості опадів та площ водозбору.

Геологічні дані використані поверхово, оскільки деталізація карти масштабу 1:200000 є недостатньою та потребує проведення спеціальних геологорозвідувальних робіт.

Матеріали проекту водойми знаходяться на стадії узгодження. Відсутність проведених геологорозвідувальних робіт ускладнює точне визначення пропускної спроможності ґрунту та характеристик інфільтраційної плівки. Проте наявні дані дозволяють оперативно коригувати геометрію водойми та визначати необхідний обсяг земляних робіт для забезпечення заявлених техніко-економічних показників.



Рис. 3.20. Приклад облаштування дна штучної водойми з метою мінімізації втрат води

3.6. Розрахунок балансу земляних робіт

Проектування [18] горизонтального майданчика є однією з основних задач вертикального розпланування, виконуваного за умов мінімізації земельних робіт та забезпечення балансу мас (рівності об'ємів виїмки та насипу). Територію

майбутнього майданчика розбивають на квадрати зі сторонами 10, 20, 40 або 50 метрів залежно від складності рельєфу. Фактичні висоти вершин квадратів визначаються по горизонталях топографічного плану масштабів 1:500 або 1:2000, або шляхом геометричного нівелювання, після чого відмітки висот підписуються на плані майданчика (рис. 3.21 а).

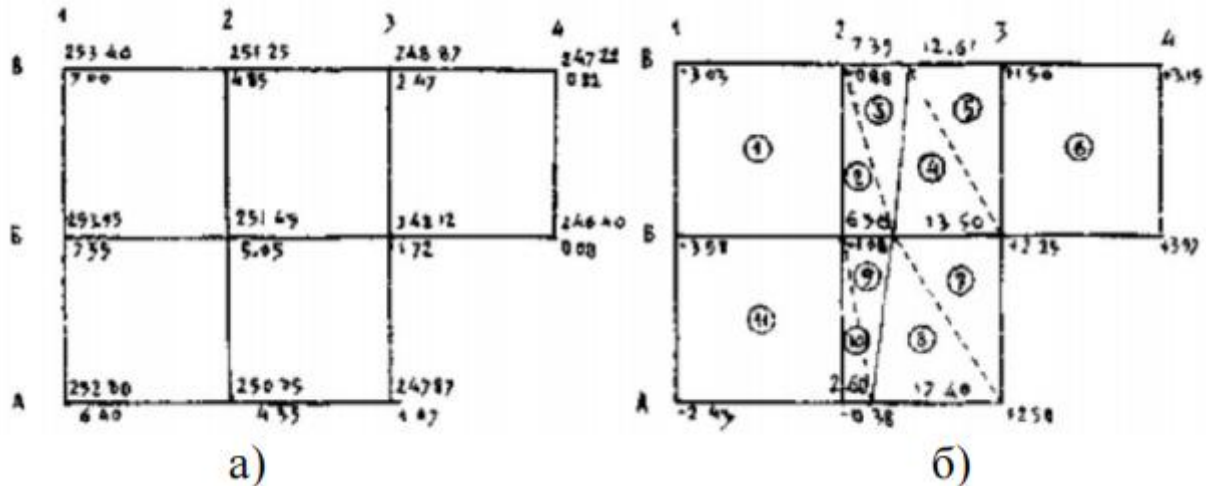


Рис. 3.21 Розрахунок балансу земляних робіт: а) план майданчика, б) картограма земляних робіт

Обчислюють умовні позначки $h_{умов.}$ вершин квадратів, тобто:

$$H_{умов.} = H_i - H_{min}, \quad (1)$$

де: H – висота землі відповідної вершини квадрата; H_{min} – мінімальна висота вершини квадрату.

Проектну висоту майданчика знаходять за формулою (2):

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

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 відмітки з різними знаками, то в ньому проходить лінія нульових робіт – це лінія з робочою відміткою, яка дорівнює 0. Лінія нульових робіт є межею між насипом та виїмкою.

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

$$x_1 = \frac{h_d d}{h_d + h_n}, \quad x_2 = \frac{h_n d}{h_d + h_n} \quad (3)$$

де: x_1, x_2 – віддаль від вершини квадрата до точки нульових робіт;

d – довжина сторони квадрата;

h_l – робоча позначка у лівій вершині квадрата;

h_n – робоча позначка у правій вершині квадрата.

Контролем є рівність сум x_1, x_2 по стороні квадрата a .

Робоча позначка кожної точки цієї лінії дорівнює нулю, а тому для її побудови визначають точки нульових робіт інтерполяцією тих сторін квадратів, де кінцеві точки мають робочі позначки з різними знаками.

Віддаль від вершини квадрата до точки нульових робіт обчислюють за формулою:

Визначення точок нульових робіт розв'язується значно простіше графічним способом. Для цього вздовж ліній, перпендикулярних до сторони квадрата, що має точку нульових робіт, відкладають в різних напрямках у довільному масштабі робочі позначки. Кінці відкладених відрізків з'єднують і в місці перетину цієї прямої із стороною квадрата одержують точку нульових робіт.

Точки нульових робіт з'єднують відрізками прямих синьою тушшю. Площі виїмок штрихують чорною тушшю. Товщина ліній штрихів 0,1 мм, а віддаль між ними 2 – 5 мм. На площах виїмок пишуть “Виїмка”, а на площах насипів – “Насип”.

Обчислюють об'єми земляних мас (насипу і виїмки) для кожного повного квадрата або його частини за формулами:

$$V_{\text{виїмки}} = \frac{\sum(-h_i)}{n} S = (-h_{\text{сер}}) \cdot S; \quad V_{\text{насипу}} = \frac{\sum(+h_i)}{n} = (+h_{\text{сер}}) \cdot S, \quad (4)$$

де: S - площа основи земляної маси; $h_{\text{сер}}$ - середня робоча позначка.

Результати визначення об'ємів земляних робіт записують у відомість. Сумуючи об'єми насипів і виїмок, обчислюють загальний об'єм $\sum V$ та баланс земляних робіт Δ .

$$\Delta = \frac{V_{\text{виїмки}} - V_{\text{насипу}}}{\sum V}. \quad (5)$$

Величина балансу земляних робіт (різниця в об'ємах між насипом і виїмкою) не повинна перевищувати 5% від загального об'єму земляних робіт.

В середовищі ArcGIS розрахунок об'ємів земляних робіт виконується (рис. 3.22) шляхом залучення функції різниці поверхонь (*Difference Surface*).

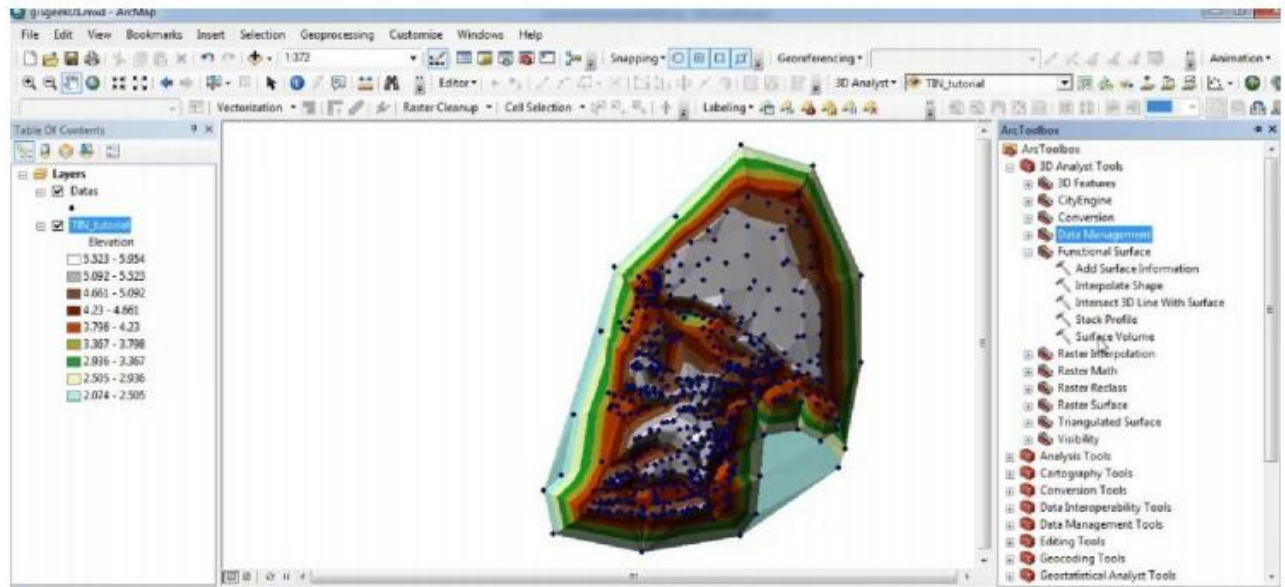


Рис. 3.22. Розрахунок об'ємів земляних робіт через різницю поверхонь в середовищі ArcGIS

Вихідними даними є ділянки перекриття поверхонь відносно їх геометричного центру. TIN-модель, окрім двовимірної поверхні, формує сукупність трикутників між поверхнями, що забезпечує перехід до третього виміру. При цьому ГІС аналізує розташування трикутників однієї поверхні відносно заданої базової. Додаткові елементи трикутника формують об'єм відповідної фігури. Сумарний об'єм фігур з різними знаками визначає баланс земляних робіт щодо заданих параметрів моделювання. Слід зазначити, що обидві поверхні повинні мати ідентичну систему координат.

В результаті попереднього гідрологічного аналізу території визначено межі області інтересу для детального моделювання та встановлено належність її стоку до басейну р. Дністер. Детальне моделювання виконувалося з використанням даних дистанційного зондування у вигляді ортофотопланів Держгеокадастру масштабу 1:10000. На основі прямих дешифрувальних ознак формувалися додаткові векторні шари — мережа водотоків, ставків, узбережжя

та скелі, що забезпечувало створення гідрологічно коректної моделі місцевості та підвищувало достовірність результатів.

Всі дані містили координати та допоміжні елементи місцевості для спрощення перенесення проєктних рішень на місцевість. Визначено технологію та особливості перенесення проєкту штучної водойми з використанням топографо-геодезичного обладнання — GNSS-приймача Sokkia GCX3 та електронного тахеометра Sokkia iAM-55.

Обґрунтовано перелік вихідних даних для розрахунку техніко-економічних показників, що дозволяє оперативно моделювати різні варіанти водойми з різним корисним об'ємом та площею водного дзеркала. Проведено обчислення балансу земляних робіт як традиційним методом, так і в середовищі ArcGIS з використанням поверхонь, що дає змогу при зміні техніко-економічних параметрів одразу враховувати основні витрати, пов'язані з земляними роботами.

4. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Охорона природи включає систему правових економічних заходів, що спрямовані на зменшення забруднення навколишнього середовища через господарську діяльність, вона регулюється законом України “Про охорону природного навколишнього середовища”.

В сільському господарстві важливе значення має система заходів, спрямована на раціональне використання земель, захист їх від шкідливих антропогенних викидів, а також на підвищення родючості ґрунтів.

Господарська діяльність суспільства, спрямована на вирощування необхідної кількості екологічно чистих продуктів харчування, супроводжується руйнівним впливом на основні екологічні чинники довкілля: землю, воду, повітря, природні фіто і зооценози.

Технологій вирощування сільськогосподарських культур, які включають в себе обробіток ґрунту, використання неорганічних добрив, хімічних засобів боротьби з шкідниками і хворобами повинна опрацьовуватись з глибоким знанням справи науково обґрунтовано, щоб зберегти життєве середовище екологічно чистим, придатним для життєдіяльності людей.

Важливе місце в охороні природи належить економічному моніторингу, систематичному спостереженню за станом природних чинників.

Пріоритетним завданням щодо управління земельними ресурсами є охорона земель. Основна мета охорони земель – це впровадження правових, організаційних та економічних заходів, спрямованих на відтворення та підвищення родючості земель, запобігання необґрунтованому вилученню земель із сільськогосподарського обороту, захист від шкідливих антропогенних впливів.

В процесі формування ґрунтів рельєф відіграє значну роль в поєднанні з кліматичними умовами, ґрунтотворними породами, зволоженням та діяльністю людини, що призводить до утворення різних ґрунтів.

Формування ґрунтів тут відбувалось в умовах двох протилежних процесів ґрунтоутворення: підзолистого і дернового. Тому в залежності від інтенсивності

прояву того чи іншого процесу і утворились різні типи і підтипи ґрунтів з характерними для них агрохімічними властивостями і відповідною природною родючістю.

Враховуючи категорії земель, крутизну схилів, агротехніку вирощування сільськогосподарських культур, для земель землекористувань має бути розроблено комплекси обробітку ґрунту і поліпшення угідь. На території землекористувань агротехнічні заходи застосовуються для збереження та збільшення вмісту гумусу (внесення органічних добрив люпину, гірчиці білої та інші), використовуються бактеріальні добрива для інокуляцій насіння бобових багаторічних трав з метою збагачення ґрунтів на азот.

Вода – один із найважливіших екологічних чинників, без якого життя на землі не можливе. Вода це основа життя людини, тому її треба зберігати.

Для того аби запобігти забрудненню води, господарські двори і ферми розміщують якнайдалі від водних джерел з дотриманням усіх умов охорони.

Забруднення поверхневих вод та підземних вод призводить до зміни фізичних властивостей, що шкідливо впливає на людину, природу і сільськогосподарське виробництво.

Всі речовини, що забруднюють води і які викликають у них якісні зміни розподіляються на: мінеральні, органічні, бактеріальні і біологічні.

На території знімання водні джерела постійно накопичують продукти ерозії, від чого поступово німіють, втрачають свою економічну роль. Щоб ця роль зберігалась, систематично здійснюються заходи запобігання замулювання річки і водоймищ. Серед них виділяють протиерозійну організацію території, задержання схилів, лісомеліоративні заходи.

Атмосферне повітря належить до категорії невичерпних ресурсів, однак господарська діяльність людини впливає на атмосферу і змінює склад повітря. Ці зміни можуть бути настільки суттєвими, що виникає потреба охорони повітряного басейну. Основними джерелами забруднення атмосферного повітря є викидні гази двигунів тракторів, автомобілів, комбайнів та інших машин, які використовуються на виробництві, викиди побутових підприємств,

випаровування у повітря шкідливих газів з тваринницьких ферм, зокрема при несвоєчасній чистці приміщень та неправильному зберіганні та використанні, втратах на машинних дворах, у майстернях, накопичення у тваринницьких приміщеннях аміаку, вуглекислого газу та шкідливих мікроорганізмів при відсутності належної вентиляції.

Серед заходів щодо охорони флори і фауни важливими є запровадження біологічних методів захисту рослин з метою зменшення внесення хімічних засобів, які спричиняють негативні екологічні зміни довкілля, сприяють загибелі корисних тварин і рослин. Необхідно запровадження прогресивних біологічних і інтегрованих методів боротьби з бур'янами, шкідниками і хворобами рослин.

Значні втрати птахів і звірів спостерігаються в час збирання хлібів, сінокосіння. Тому необхідно звернути увагу на організацію загінок для комбайнів та сінокосарок, щоб запобігти попаданню звірів під ріжучі апарати машин. Важливе значення має час збирання сіна, треба добитись, щоб він менше співпадав з загоном гніздування птахів. Необхідно звернути увагу на збереження місць гніздування птахів, що живляться шкідниками рослин, створення штучних місць для закладки гнізд.

Вищевикладені природоохоронні заходи спричиняють покращенню екологічної ситуації, оздоровлення оточуючих ландшафтів, естетичному вигляду довкілля.

ВИСНОВКИ

Геодезичні роботи є одним із найважливіших і відповідальних етапів, що забезпечують як попередні вишукування (наприклад, за даними ДЗЗ), так і реалізацію проєктних рішень із їх закріпленням на місцевості.

Сучасний рівень розвитку ГІС та доступність високоточних геопросторових даних дозволяють значно скоротити обсяг дороговартісних традиційних інженерних вишукувань із використанням інструментальної зйомки. Наприклад, глобальні висотні дані SRTM за вертикальною точністю відповідають нормативним вимогам для топографічних карт масштабу 1:100000, а на рівнинній місцевості — навіть 1:25000, що створює умови для оперативного моделювання та попереднього гідрологічного аналізу території.

У середовищі ArcGIS можна точно визначити місцезнаходження майбутнього об'єкта водного фонду у вибраній системі координат, виконати розрахунок якісних, кількісних та правових характеристик шляхом оверлейного накладання шарів, а також отримати дані для створення розмічувальних креслень.

Сучасні ГНСС-приймачі та електронні тахеометри дозволяють імпортувати розраховані елементи безпосередньо в пристрої для перенесення проєктних рішень на місцевість. Крім планової ситуації, ArcGIS дає змогу обчислювати об'єми земляних робіт як різницю двох поверхонь.

Таким чином, у середовищі ArcGIS можна виконати повний комплекс заходів із моделювання водойми та підготовки проєктних матеріалів для подальших топографо-геодезичних робіт.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. 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.
2. База топографічних даних. Правила цифрового опису рельєфу : СОУ 71.12 - 37 – 948:2014. – Київ : Стандарт Мінагрополітики України, 2014. – 43 с.
3. Банк геодезичних даних державної геодезичної мережі та геодезичних мереж згущення [Електронний ресурс] // Науково-дослідний інститут геодезії і картографії. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <http://dgm.gki.com.ua/>.
4. Бурштинська Х. В. Аерокосмічні знімальні системи: підручник / Х. В. Бурштинська, С. А. Станкевич. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 316 с.
5. Водний кодекс України. — Ред. від 2023 р. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-вр>.
6. Войтенко С. П. Математична обробка геодезичних вимірів / С. П. Войтенко., 2003. К.: КНУБА – 216 с.
7. Воловик В. М. Географія в інформаційному суспільстві / В. М. Воловик. – Вінниця: Вінницький державний педагогічний університет ім. М. Коцюбинського, 2019. – 55 с.
8. Геодезія в природокористуванні – Львів: Національний університет "Львівська політехніка", 2008. – 288 с.
9. Геоінформаційна система SAS.Planet [Електронний ресурс] // Saagis.org. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.sasgis.org/>.
10. 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.
11. Геопортал адміністративно-територіального устрою України [Електронний ресурс] // Науково-дослідний інститут геодезії і картографії. – 2025. – Режим доступу до ресурсу: <http://atu.minregion.gov.ua/>.

12. Гуцул. Т. В. Практикум геоінформаційного картографування: Навчальний посібник / Т. В. Гуцул, Я. П. Скрипник. – Чернівці: ЧНУ, 2012. – 115 с.
13. Дорожинський О. Л., Тукай Р. Фотограмметрія: Підручник. – Л.: Вид-во НУ «Львівська політехніка», 2008. – 332 с.
14. Закон України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» від 23 грудня 1998 року № 353-XIV (в редакції із змінами станом на 2024 рік) // Верховна Рада України. Законодавство України — <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/353-14>.
15. 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-zemelnipravovidnosini-32-iskusstvennye-vodoemy-na-kakix-zemlyax-sozdayutsya>
16. 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.
17. Методичні рекомендації для написання кваліфікаційної роботи здобувачами другого (магістерського) рівня вищої освіти ОС «Магістр» за спеціальністю 193 Геодезія та землеустрій / Укл.: Колодій П., Таратула Р. – Львів, ЛНУП, 2023. – 33 с.
18. Основи інженерної геодезії: метод. вказівки до практ. робіт / уклад. М. П. Ранський ; Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича. - Чернівці : Рута, 2003. - 56 с.
19. 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-danihukraiini-zapuscheno>.
20. Порядок державної реєстрації земельної ділянки в Державному земельному кадастрі [Електронний ресурс] // WikiLegalAid. – 2025. – Режим доступу до ресурсу: <https://wiki.legallaid.gov.ua/index.php/>

Порядок_державної_реєстрації_земельної_ділянки_в_Державному_земельному_кадастрі.

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

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

23. 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>.

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

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

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

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

28. 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_z_naky_500-5000.pdf.

29. Уріз води [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Уріз_води.

30. Що таке SRTM? Данні SRTM, і де завантажити SRTM [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://mapgroup.com.ua/articles/dzz/109-dannye-srtm-sposoby-poluchenyadannykh>.

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

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

33. DEM, DSM & DTM Differences – A Look at Elevation Models in GIS [Електронний ресурс] // GISGeography. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://gisgeography.com/dem-dsm-dtmdifferences/>.

34. Hill L. L. Georeferencing: The Geographic Associations of Information (Digital Libraries and Electronic Publising) / L. L. Hill. – 2006. – 272 p.

35. 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-Retrieved February 10, 2016.

36. QGIS [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – 2025. – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/QGIS>.

37. Sigg C. Representation and Rendering of Implicit Surfaces : дис. докт. / Sigg Christian – Zurich, 2006. – 162 с.

38. The Shuttle Radar Topography Mission [Електронний ресурс] / [T. G. Farr, P. A. Rossen, E. Caro та ін.] // California Institute of Technology. – 2007. – Режим доступу до ресурсу: www2.jpl.nasa.gov/srtm/SRTM_paper.pdf

39. United States National Map Accuracy Standards: U.S. Bureau of the Budget, 1947, Washington, D.C.

40. Vector Overlay Processing - Specific Theory [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу : https://geogra.uah.es/patxi/gisweb/VOModule/VO_Theory.pdf

41. Vegetation height estimation from Shuttle Radar Topography Mission and National Elevation Datasets [Електронний ресурс] / [J. Kellndorfer, W. Walker, P.

Leland та ін.] // Remote Sensing of Environment. – 2004. – Режим доступу до ресурсу: <https://pubag.nal.usda.gov/download/38817/PDF>.

42. What Is Surface Rendering [Електронний ресурс] // Techwalla – Режим доступу до ресурсу: <https://www.techwalla.com/articles/what-is-surfacerendering> .

43. World Geodetic System 1984, WGS 84 // TR 8350.2, Third Edition. –The National Imagery and Mapping Agency (NIMA), 2000.