

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра водогосподарської інженерії

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри водогосподарської
інженерії

доцент _____ Андрій ТКАЧУК

«_____» грудня 2025 р.

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи
ступінь вищої освіти «Магістр»

на тему: **«Обґрунтування процесів зневоднення ставків на
річці Мала Терса»**

Виконав: студент 2 курсу,
групи МГГТБ-1-24

Спеціальність – 194 "Гідротехнічне
будівництво, водна інженерія та водні
технології"

Освітня програма „Гідромеліорація”

Ілля Івашина

Керівник : доцент Леонід Рудаков

Рецензент : _____

Дніпро – 2025

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра водогосподарської інженерії
ступінь вищої освіти «Магістр»
Спеціальність – 194 "Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології"
Освітня програма „ Гідромеліорація ”

ЗАТВЕРДЖУЮ :
Зав. кафедрою водогосподарської інженерії
доцент _____ Андрій ТКАЧУК
__ жовтня 2025р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу студенту
Івашина Ілля Анатолійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема проекту: **«Обґрунтування процесів зневоднення
ставків на річці Мала Терса»**

керівник проекту _____ Рудаков Леонід Миколайович, к. с.-г. н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом по університету від «10» жовтня 2025 р. № 3035

1. Термін здачі студентом закінченого проекту : « 15 » грудня__ 2025 р.
2. Вихідні дані до роботи Довідники з клімату та водних ресурсів України. Інтернет джерела: метеоданих (meteorpost.ua, та ін.); цифрової моделі рельєфу (<https://earthexplorer.usgs.gov/>); даних дистанційного зондування Землі (<https://land.copernicus.eu/>; <https://eos.com/>).
3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити) Вступ; 1. Кліматична характеристика району проектування; 2. Гідрологічні розрахунки для річки Мала Терса та її басейну; 3. Моніторинг водних об'єктів засобами дистанційного зондування Землі; 4. Обґрунтування заходів з природооблаштування та ревіталізації басейнової геосистеми річки. 5 Економічне обґрунтування ефективності заходів природооблаштування. Висновки.

4. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням
обов'язкових креслень)

1. Презентація в середовищі Power Point.

5. Консультанти розділів проекту

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

6. Дата видачі завдання: « 10 » жовтня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ пп	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Збір матеріалів до ДР	05.05.2025 р.	
2	Формування теми ДР, мети, завдань, змісту. Вибір методів дослідження та способів рішення поставлених задач	10.06.2025 р.	
3	Кліматична характеристика району проектування	17.09.2025 р.	
4	Гідрологічні розрахунки для річки Мала Терса та її басейну	07.10.2025 р.	
5	Моніторинг водних об'єктів засобами дистанційного зондування Землі	28.10.2025 р.	
6	Обґрунтування заходів з природооблаштування та ревіталізації басейнової геосистеми річки	04.11.2025 р.	
7	Економічне обґрунтування ефективності заходів природооблаштування Висновки.	25.11.2025 р.	
	Підготовка записки, графічної частини проекту, перевірка на текстові збіги	10.12.2025 р.	
	Передзахист ДП на кафедрі	17.12.2025 р.	
	Представлення ДП на рецензію	19.12.2025 р.	

Студент-дипломник _____ (підпис)

Керівник проекту _____ / Рудаков Л.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Зміст

ВСТУП	6
1. КЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ПРОЄКТУВАННЯ	7
1.1 Кліматичні умови Дніпропетровщини	7
1.2 Геологія та гідрогеологія.....	10
1.3 Рельєф та геоморфологія.....	14
1.4 Ґрунти та сільськогосподарське використання земель.....	15
2. ГІДРОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ ДЛЯ РІЧКИ МАЛА ТЕРСА ТА ЇЇ БАСЕЙНУ	17
2.1 Гідрологічна вивченість та загальні відомості про річку та басейн.....	17
2.2 Гідрологічна та гідроморфологічна характеристика річки.....	18
2.3 Гідрологічні розрахунки.....	20
2.4 Антропогенна діяльність та сучасний стан водозбору річки.....	26
3. МОНІТОРИНГ ВОДНИХ ОБ’ЄКТІВ ЗАСОБАМИ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ	29
3.1 Що є дистанційне зондування землі.....	29
3.2 Методика дистанційного зондування землі.....	31
3.3 Аналіз даних.....	32
3.4 Аналіз причин.....	33
4. ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ З ПРИРОДООБЛАШТУВАННЯ ТА РЕВІТАЛІЗАЦІЇ БАСЕЙНОВОЇ ГЕОСИСТЕМИ РІЧКИ.....	35
4.1 Формування база даних про стан річки.....	35
4.2 Структура землекористування на водозборі річки.....	35
4.3 Інженерні заходи з ревіталізації річки.....	36
4.4. Природооблаштування та рекомендації зі зміни структури землекористування на водозборі річки.....	36
4.5 Перспективи ведення моніторингу.....	37
4.6 Виділення та аналіз кризових ситуацій.....	37

4.7 Організація робіт з природооблаштування.....	38
5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ	
ПРИРОДООБЛАШТУВАННЯ	39
ВИСНОВКИ.....	42
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	44
ДОДАТКИ.....	46

ВСТУП

Об'єктом нашого дослідження є ставки на річці Мала Терса.

Предметом дослідження є наявні в басейні річки Мала Терса водні об'єкти (ставки, водосховища).

За мету дослідження ми поставили собі вивчення процесів зневоднення водних об'єктах в басейні річці Мала Терса та шляхи його покращення, а також оцінку на сьогоднішній день стану річки.

Для досягнення поставленої мети необхідно було, на нашу думку, вирішити ряд *задач*, а саме:

- Широко висвітлити та вивчити природно-кліматичні умови що сформовані на території водозбору р. Мала Терса;
- Ознайомитись та надати повну характеристику про гідрологічну вивченість басейну річки на підставі опрацювання нормативної, довідникової та спеціальної літератури;
- визначити характерні гідрологічні та водогосподарські характеристики як для басейну р. Мала Терса в цілому;
- надати характеристику стану річки Мала Терса
- провести аналіз на протязі років стану ставків на річці ;

1. КЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ПРОЄКТУВАННЯ

В адміністративному плані басейн річки охоплює території Дніпропетровської та частково Запорізької областей, сама річка Мала Терса протікає у Синельниківському та Павлоградському районах Дніпропетровської області.

1.1. Кліматичні умови Дніпропетровщини

Дніпропетровська область відноситься до Південно Атлантико континентальної кліматичної області, Степової зони та Північного кліматичного району (Додаток рис.А.1; рис.А.2). Для цієї області характерне жарке посушливе літо та відносно м'яка малосніжна зима. Клімат в такій області формується під впливом західних атлантичних та східних континентальних повітряних мас.

За фізико-географічним районуванням України річка розташована в Лівобережнодніпровсько-Приазовському краї і Кінсько-Ялинській низовинній області, тобто річка Мала Терса – це типова степова річка [Додаток рис.Б.1; рис.Б.2]

Температурний режим

Внаслідок того що Дніпропетровська область розташована в Південно атлантико континентальної кліматичної області, річний хід температури повітря обумовлює розподіл року на кліматичні сезони. Межі сезонів визначають за датами переходу середньої добової температури повітря через деякий температурний поріг. Тривалість теплого періоду ($t > +10\text{ }^{\circ}\text{C}$) становить 195–210 днів, що обумовлює значну інтенсивність випаровування та високу посухонебезпечність регіону.

Середньорічна температура повітря становить $+9,4\dots+10,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. За даними УкрГідрометцентру [1]:

У зимовий період має особливо велике значення циркуляційних процесів і пов'язаних з ними адвекції повітряних мас. Це й обумовлює зміну безхмарної і морозної погоди на похмуру, вітряну з опадами погоду, що і переважає в зимовий період. Характерною рисою зимового періоду є часті відлиги. Найхолоднішим місяцем року є січень, середня температура січня складає $-3 \dots -5$ °С, мінімальна може опускатися до -25 °С.

Число днів з температурою вище 0 °С в середньому складає 263 днів, вище $+5$ °С – 214 днів.

З приходом весни атмосферна циркуляція слабшає, збільшується роль трансформації повітряних мас і впливу на них рельєфу місцевості. Підвищення температури на початку весни відбувається досить повільно. Найбільш пізні заморозки відмічаються в травні. Заморозки на поверхні ґрунту навесні спостерігаються пізніше, а восени - починаються раніше, ніж заморозки в повітрі.

У червні посилюється приплив сонячної радіації, що обумовлює жарку, малохмарну погоду. Влітку, у порівнянні з іншими сезонами, температурний фон найбільш однорідний, середня температура липня складає $+23 \dots +25$ °С, максимальна може досягати до $+38 \dots +40$ °С,

Перехід середніх добових температур через 15 °С убік зниження восени, звичайно прийнятий за кінець літа і початок осені, відзначається на території досліджуваного району в другій декаді вересня. Найбільш ранній перехід до осені в окремі роки спостерігається наприкінці серпня, найбільш пізній - на початку жовтня. Восени зростає вплив атмосферних циркуляційних процесів, у зв'язку з чим збільшується мінливість середніх температур і відповідно розширюються межі їх коливань в окремі роки. Восени в період “бабиного літа”, як правило, спостерігається повернення тепла, коли температура підвищується до $25 - 30$ °С. Навіть у листопаді відзначені випадки, коли середня добова температура перевищувала 20 °С.

Опади

Характер випадання атмосферних опадів і їх кількість протягом року залежить, головним чином, від циклонічної діяльності. У літній період значну частину опадів складають внутрішні, пов'язані з розвитком конвекції.

У середині року опади розподіляються нерівномірно: у теплий період (червень-липень — максимум) їх випадає 65 - 70%, а в холодний (лютий-березень — мінімум) - 35 - 30 % річної суми. У окремі роки кількість літніх опадів складає 75 - 80 % річної суми. У теплий період опади звичайно випадають у вигляді зливових дощів із достатньо великою інтенсивністю і малою тривалістю, а в холодний - у вигляді обложних дощів, снігопадів.

Сніговий покрив є чинником, що має істотний вплив на формування клімату в зимовий сезон, головним чином, внаслідок великої відбивної здатності поверхні снігу. Чергування морозних періодів і відлиг не зберігає сніговий покрив і тому, як правило, значних запасів води в снігу не накопичується.

Річна кількість опадів становить 430–520 мм, з яких понад 70 % випадає у теплий період року (квітень–жовтень) [2].

Найбільша тривалість одного дощу складає 20 - 24 годин. Сумарна тривалість опадів за рік складає 650 - 750 годин, хоча в окремі вологі роки їх тривалість перевищує 1000 годин. Число днів з опадами на території області коливається в межах 120 - 140. У той же час у теплий період року часто спостерігаються бездощові періоди, середня тривалість яких складає 20 -25 днів, але можуть спостерігатися і більш тривалі бездощові періоди (до 50 і більш днів), що звичайно призводять до засух і суховійних явищ.

Дефіцит вологості та посушливість

Евапотранспірація значно перевищує кількість опадів, що формує стійкий дефіцит зволоження на рівні 250–350 мм/рік.

Коефіцієнт зволоження (за Селяниновим) становить 0,55–0,65, що відповідає сухій степовій зоні.

При тривалих бездощових періодах і при вторгненні теплих, сухих повітряних мас із континентальних східних районів, дефіцит вологості повітря може досягати величезних розмірів - до 40 мб, а відносна вологість - 30% і менше. За таких умов, звичайно, у повітрі утворюється так звана повітряна посуха, що згубно відбивається на стані сільськогосподарських посівів.

Евапотранспірація та потенційне випаровування

За даними FAO-56 (метод Пенмана-Монтіта) [3]:

- потенційне випаровування з водної поверхні — 900–1050 мм/рік,
- сумарна евапотранспірація для степової рослинності — 750–850 мм/рік.

Це у 1,5–2 рази перевищує річну кількість опадів, що призводить до:

- маловодності річок,
- сезонного пересихання,
- активного випаровування із заплавлених та заболочених ділянок,
- потенційного заболочування у разі підвищення рівня ґрунтових вод.

1.2. Геологія та гідрогеологія

Геологічна будова

Територія Дніпропетровщини входить до складу Придніпровської височини, яка є частиною Українського щита. У межах басейну Дніпра по геологічній будові виділяють наступні регіони: Дніпровсько-Донецька й Причорноморська западини, західна окраїна Донецького басейну.

Найбільш древніми породами, що залягають вище базису ерозії в басейні Дніпра, є породи докембрійського віку, що відносять до нижнього докембрію (нижнього архею, середньому докембрію, верхньому архею й верхньому докембрію (протерозою).

Велике значення в будові Дніпровсько-Донецької западини мають девонські відкладення, з якими зв'язується її нафтоносність, однак ці відкладення залягають на більших глибинах й оголюються на денну поверхню тільки в районі с. Ісачок (північніше м. Лубни), де девонські вапняки винесені із глибин соляним штоком.

Відкладення кам'яновугільного віку в межах описуваної території оголюються тільки на західних окраїнах Донецького басейну, у верхів'ях лівих притоків Дніпра - Орелі й Самари. Вони представлені відкладеннями нижнього й середнього відділів, що містять прошарок кам'яних вугль.

Пермські й тріасові відкладення мають значні потужності у Дніпровсько-Донецькій западині, але на денну поверхню не виходять. Юрські відкладення виконують всю центральну частину Дніпровсько-Донецької западини; оголюються тільки в районі м. Канева на правому березу Дніпра, під дніпровським алювієм, що пов'язане з розвитком тут тектонічних піднять, і на західних окраїнах Донбасу, у верхів'ях рік Орелі й Самари.

Крейдові відкладення поширені дуже широкий-вони зустрічаються майже повсюдно в Дніпровсько-Донецькій западині однак оголюються тільки на її північно-східних окраїнах і на західних окраїнах Донбасу. Крейдові відкладення представлені переважно верхньокрейдовими мергелями й писальною крейдою; у основі товщі залягають піщані й пісковикові обрії; підлегле значення мають глини, вапняки, піски.

Палеогенові відкладення покривають майже всю Дніпровсько-Донецьку западину, залягають нижче базису ерозії в Причорноморській западині.

Еоценові відкладення в низов'ях Дніпра (Причорноморська западина) представлені різноманітними глауконітовими мергелями й вапняками.

Відкладення харківської звиті (нижній і середній олігоцен) представлені переважно глауконітовими пісками; глини, опоки й трепола мають підлегле значення й зустрічаються на окремих ділянках. У Причорноморській западині до нижнього й середнього олігоцену ставляться потужні глини майкопської звиті.

Відкладення харківської звиті завершують розріз морських відкладень у більшій частині басейну Дніпра; значне поширення мають морські неогенові відкладення тільки у Причорномор'я.

У Причорноморській западині на глинистих відкладеннях майкопської звиті (нижній олігоцен-нижній ярус середнього міоцену) залягають піщано-глинисті й вапнякові відкладення.

Завершується розріз критичних відкладень товщею бурих і червоно-бурих глин, які відсутні тільки в Полісся, у річкових долинах і на значній частині лівобережжя Середнього Дніпра. Червоно-бурі пов'язані із четвертинними відкладеннями поступовими переходами, на думку багатьох дослідників, вікових відносин відповідають верхам неогену й початку веричного періоду (антропогену).

Басейн Дніпра охоплює ряд орографічних областей - Придніпровську або Правобережну височину, північний схил Приазовської височини, Причорноморську низовину.

Формування рельєфу всіх цих областей обумовлено геологічною будовою території, тектонічною активністю її окремих частин, а також впливом зовнішніх процесів, з яких найголовнішими є акумулятивна й ерозійна діяльність льодовика максимального (дніпровського) зледеніння й водних потоків у річкових долинах і на їхніх схилах.

У північному, східному й південно-східному напрямках оцінки поверхні поступово знижуються й у частині, що прилягає до меридіональної

ділянки долини Дніпра (між містами Дніпропетровськом і Запоріжжям), небагато перевищують 150 м. Глибина розчленування вододільних просторів порівняно невелика, вона рідко перевищує 50-60 м, однак, у міру наближення до долини Дніпра значно зростає

Поверхня Причорноморської низовини (її границі відповідають границям Причорноморської западини) поступово знижується з півночі на південь від 100-120 м майже до рівня моря. Причорноморська низовина обривається до Чорного моря уступом висотою порядку 20 м, однак у Присивашші середня висота уступу знижується до 3-6 м, а на ділянці між Перекопською затокою й устям Дніпра місцями не перевищує 2-3 м.

Складна взаємодія екзогенних та ендегенних процесів обумовили серйозні розходження в рельєфі й будові четвертинної товщі різних частин території басейну Дніпра. Серед ендегенних факторів найважливішим були диференційовані в часі й просторі неотектонічні рухи, серед екзогенних процесів - різкі кліматичні зміни й розвиток четвертинних материкових заледенінь.

Гідрогеологічні умови

Водоносні горизонти представлені:

- ґрунтовими водами у лесах та пісках на глибині 2–8 м;
- міжпластовими водами у пісковиках і алювіальних відкладах на глибині 20–40 м;
- артезіанськими водами Дніпровсько-Донецького басейну на глибині 100–300 м.

Рівень ґрунтових вод залежить від:

- рельєфу,
- наявності річкової мережі,

- зрошення,
- атмосферних опадів,
- антропогенного навантаження.

У багатьох населених пунктах області фіксується підвищення рівня ґрунтових вод, що спричинено:

- руйнуванням дренажних систем,
- зміною структури землекористування,
- зменшенням водовідведення.

1.3. Рельєф та геоморфологія

Рельєф території формувався під впливом неотектонічних рухів, денудації та діяльності річкових систем.

Долина річки Мала Терса добре розроблена, трапецієвидна, асиметрична, лівостороння з глибинною ерозією яка характеризується врізуванням 50–70 м та шириною приблизно 3–4 км.

Особливості рельєфу

- Територія знаходиться на межі Придніпровської височини та Придніпровської низовини.
- Висоти коливаються у межах 60–180 м над рівнем моря.
- Поширені балки, яри, схили, які розчленовують поверхню.
- Річкові долини мають асиметричну будову, з крутішими правими схилами.

Геоморфологічні процеси

У регіоні активно проявляються:

- водна ерозія (яротворення);

- схиліві процеси—зсуви, обвали;
- активне замулення малих річок;
- накопичення алювію в заплавах.

Схили балки та річкові долини часто складені лесами, що призводить до їх нестійкості. Підвищення рівня ґрунтових вод збільшує ризики підтоплення й зсувів.

1.4. Ґрунти та сільськогосподарське використання земель

Ґрунтовий покрив

Дніпропетровська область лежить у межах двох основних ґрунтових зон — чорноземів звичайних і південних, а також каштанових ґрунтів на південному сході, які наведені в таблиці 1.

Таблиця 1.1. – Основні типи ґрунтів.

Тип ґрунту	Поширення	Характеристика
Чорноземи звичайні	північ і центр області	Висока родючість, гумус 4,5–6 %
Чорноземи південні	центр і південь	Гумус 3,5–4 %, схильні до дефляції
Лучно-чорноземні	заплави	Підвищена вологість
Алювіальні піщані	долини річок	Висока проникність, низька родючість
Солончаки та солонці	локальні пониження	Підвищений вміст солей

Сільськогосподарське використання

Сільське господарство є домінуючою формою землекористування (до **70 %** території області).

Основні культури:

- озима пшениця;
- ячмінь;
- соняшник;
- кукурудза;
- ріпак.

Проблеми агровикористання:

- надмірна розораність (до 80 %);
- зниження гумусу;
- ерозія ґрунтів;
- зменшення площ природних луків;
- надмірне використання добрив і ЗЗР.

Заплавні та прибережні ділянки часто використовуються як пасовища, але втрачають природні функції через випас, розорювання та осушення.

2. ГІДРОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ ДЛЯ РІЧКИ МАЛА ТЕРСА ТА ЇЇ БАСЕЙНУ

2.1 Гідрологічна вивченість та Загальні відомості про річку та басейн

Річка Мала Терса належить до малих річок степової зони України та є лівою притокою річки Терса, яка, у свою чергу, входить до басейну середнього Дніпра. Територіально басейн річки розташований у межах Дніпропетровської області, переважно в адміністративних межах Синельниківського та суміжних районів.

За класифікацією водних об'єктів України, річка Мала Терса належить до малих річок із площею водозбору менш ніж 2 тис. км², що зумовлює її підвищену чутливість до кліматичних та антропогенних чинників. Довжина річки становить кілька десятків кілометрів, водозбір має видовжену форму з переважанням балок і ярів, що формують густу ерозійну мережу.

Гідрологічна вивченість річки Мала Терса є обмеженою. Безпосередні стаціонарні гідрологічні пости на річці відсутні, а кількісні характеристики водного режиму визначаються за даними регіональних узагальнень, матеріалами водного кадастру, а також за аналогією з гідрологічно подібними водозборами малих річок степової зони України.

Відсутність регулярних гідрометричних спостережень є типовою проблемою для малих річок, що ускладнює оцінку сучасного стану водних ресурсів і потребує застосування розрахункових та ГІС-орієнтованих методів аналізу.

Загальні характеристики річки

За даними Державного водного кадастру України [9]:

- довжина річки: близько 56 км;
- площа басейну: орієнтовно 635 км²;
- середній ухил русла: 0,002–0,004;

- витік: південніше села Гнатівка;
 - гирло: на підході до р. Терса;
- тип живлення: змішане (переважає снігове — до 55 %, дощове — 30 %, ґрунтове — 15 %).

Гідрологічна вивченість

Мала Терса належить до малих маловивчених річок степової зони України. На її водозборі не існує постійних гідропостів, тому визначення характеристик виконується:

- за матеріалами Державного агентства водних ресурсів України;
- за аналогією з гідропостами річок Самара (водпости – Самарчик, Чернеччина);
- за даними картографічних джерел (ГІС, топокарти масштабу 1:50 000);
- за матеріалами космічних знімків Sentinel-2, Landsat-8.

У наукових роботах (Швець В.М., 2018; НАНУ, 2020) річка класифікується як річка посушливого басейну, де стік формується лише в період весняного водопілля та після інтенсивних літніх опадів.

2.2 Гідрологічна та гідроморфологічна характеристика річки

Гідрологічні особливості

Водний режим річки Мала Терса формується в умовах помірно континентального клімату степової зони, для якого характерні обмежені атмосферні опади та значні втрати води на випаровування. Основним джерелом живлення річки є снігове та дощове живлення, при цьому частка підземного живлення є незначною.

Характерною особливістю річки є різко виражена сезонність стоку. Основна частина річного об'єму води формується в період весняного водопілля, тоді як у літньо-осінній та зимовий періоди спостерігається різке зменшення витрат, а на окремих ділянках — повне пересихання русла.

Гідроморфологічно річка характеризується:

- вузьким, слабо врізаним руслом;
- незначними глибинами та малими швидкостями течії;
- значною замуленістю русла;
- порушеною заплавою, яка часто використовується в сільськогосподарських цілях.

Русло річки на багатьох ділянках зазнало істотної трансформації внаслідок будівництва ставків, гребель і водорегулюючих споруд, що призвело до фрагментації річкової системи та порушення природного транспорту наносів.

Для річки Мала Терса характерні такі гідрологічні параметри:

- Середньорічний модуль стоку: 0,5–1,2 л/с·км² (за даними басейну Самари) [10].
- Середній багаторічний стік: 12–20 млн м³.
- Коефіцієнт стійкості стоку: низький (0,15–0,25).
- Коефіцієнт зволоження: 0,55–0,60 — річка належить до "маловодних" та "високоризикових щодо пересихання".

Режим стоку

1. Весняне водопілля — короткочасне, інтенсивне, триває 1–2 тижні (березень).
2. Літні паводки — після грозових дощів, часто руйнівні.
3. Межень — тривала, з травня по листопад.
4. Зимові стани — малосніжні; можливе промерзання русла до дна.

Гідроморфологічні особливості

За даними ОВД та водогосподарського паспорта [11]:

- Русло — звивисте, слабо розгалужене, ширина 2–4 м, місцями 5–7 м;

- Глибини — зазвичай 0,3–0,7 м;
- Швидкість течії: 0,05–0,2 м/с;
- Заплава: широка (150–300 м), часто заболочена або переущільнена сільськогосподарським використанням;

Живлення ґрунтовими водами: слабе, у посушливі роки практично відсутнє. Похил річки 0,43 м/км.

Воду річки використовують для зрошення, сільськогосподарського водопостачання, водопою свійських тварин, риборозведення та рекреації.

Сучасний морфогенез

Геоморфологічні процеси включають:

- замулення русла;
- звуження заплави через розорювання;
- обміління через кліматичне висушення;
- порушення природних меандрів;
- ерозію берегів на ділянках із крутим ухилом.

2.3. Гідрологічні розрахунки

Гідрологічні розрахунки для р. Мала Терса виконуються за методиками ДБН В.2.1-2:2018, СНиП 2.01.14-83 та "Методичними рекомендаціями з визначення максимального стоку малих річок України" [12].

Таблиця 2.1. – Місячна витрата річки Мала Терса

Q												
Рік/місяць	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
1991	0,31	0,19	0,24	0,32	0,22	0,26	0,38	0,65	1,06	0,94	0,84	0,67
1992	0,54	0,44	1,06	0,76	0,72	1,85	0,62	0,39	0,13	0,26	0,43	0,57
1993	0,43	0,47	0,50	0,89	0,53	0,58	0,45	0,51	0,66	0,55	0,34	0,19
1994	0,29	0,43	1,80	0,50	0,38	0,42	0,12	0,37	0,28	0,15	0,31	0,30
1995	0,30	0,69	0,64	0,62	0,42	0,31	0,11	0,038	0,091	0,25	0,53	0,30
1996	0,27	0,32	8,32	5,25	1,17	0,47	0,26	0,20	0,45	0,50	0,44	0,44
1997	0,32	0,39	0,82	0,54	0,35	0,43	0,60	0,71	1,06	0,79	0,67	0,55
1998	0,42	1,82	4,82	4,42	1,01	0,40	0,22	0,14	0,23	0,30	0,32	0,33
1999	0,24	0,32	0,33	0,25	0,25	0,22	0,11	0,029	0	0,17	0,30	0,28
2000	0,37	0,39	0,67	0,73	0,48	0,46	0,30	0,076	0,033	0,45	0,37	0,32
2001	0,35	0,26	0,49	0,36	0,26	0,35	0,27	0,052	0,013	0,31	0,36	0,26
2002	0,15	0,35	0,28	0,30	0,20	0,18	0,049	0	0,035	0,17	0,35	0,23
2003	0,073	0	4,79	5,77	0,72	0,11	0,26	0,31	0,22	0,23	0,84	0,72
2004	0,51	2,98	3,52	2,53	2,59	2,98	1,57	1,38	0,90	0,77	0,83	0,70
2005	1,42	3,07	2,99	2,07	1,36	0,98	0,87	0,34	0,27	0,43	0,53	0,51
2006	0,33	0,16	5,92	3,19	2,38	0,69	0,23	0,12	0,31	0,43	0,40	0,35
2007	0,39	0,26	0,87	0,59	0,29	0,10	0,13	0,009	0	0	0,15	0,29
2008	0,13	0,21	0,51	0,37	0,57	0,15	0,085	0,026	0	0,060	0,21	0,20
2009	0,13	0,39	0,35	0,35	0,34	0,23	0,046	0	0	0,030	0,41	0,37
2010	0,41	0,89	2,87	0,82	0,39	1,78	1,20	0,10	0	0,27	0,45	0,46
2011	0,25	0,17	1,09	1,96	0,52	0,37	0,32	0,11	0,039	0,11	0,26	0,27
2012	0,24	0,13	0,50	0,95	0,23	0,15	0,001	0	0	0,032	0,20	0,32
2013	0,17	0,36	0,38	0,41	0,22	0,12	0,010	0	0	0,077	0,35	0,25
2014	0,20	0,59	0,49	0,24	0,14	0,13	0,11	0,008	0	0,22	0,19	0,16

Таблиця 2.2. – Місячні рівні води в річці Мала Терса

H												
Рік/місяць	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
1991	774	772	778	762	737	738	766	752	762	761	762	767
1992	768	767	782	771	762	790	774	757	742	755	769	773
1993	765	771	780	786	772	772	766	761	766	766	754	740
1994	759	762	773	782	780	762	723	733	736	722	743	746
1995	755	793	772	780	772	748	726	708	715	753	777	777
1996	762	766	807	796	780	777	742	735	763	771	770	771
1997	763	764	790	785	775	777	787	778	790	782	780	785
1998	798	791	799	791	775	766	747	735	748	757	776	779
1999	776	788	781	768	767	759	735	715	687	726	753	764
2000	767	768	785	778	763	765	748	718	699	768	766	767
2001	768	768	775	767	754	762	755	714	704	741	750	757
2002	754	774	762	765	747	738	713	694	702	734	763	751

2003	725	733	789	813	760	731	762	767	755	748	766	769
2004	770	785	791	777	776	784	777	775	768	775	783	784
2005	785	795	802	789	779	774	767	744	737	754	774	777
2006	768	758	817	793	785	767	747	727	751	763	763	759
2007	769	775	774	762	748	725	727	683	660	647	709	751
2008	736	752	774	762	777	733	718	696	665	672	730	737
2009	736	773	777	764	765	744	707	678	656	657	752	755
2010	782	776	795	778	766	782	767	717	672	716	751	763
2011	768	766	771	782	765	757	759	725	699	717	749	757
2012	759	740	756	772	750	742	695	671	665	671	729	746
2013	750	779	773	768	739	722	691	661	643	668	744	748
2014	755	761	773	759	748	749	737	697	663	720	738	741



Рисунок 2.1 - Графік місячних витрат води по роках

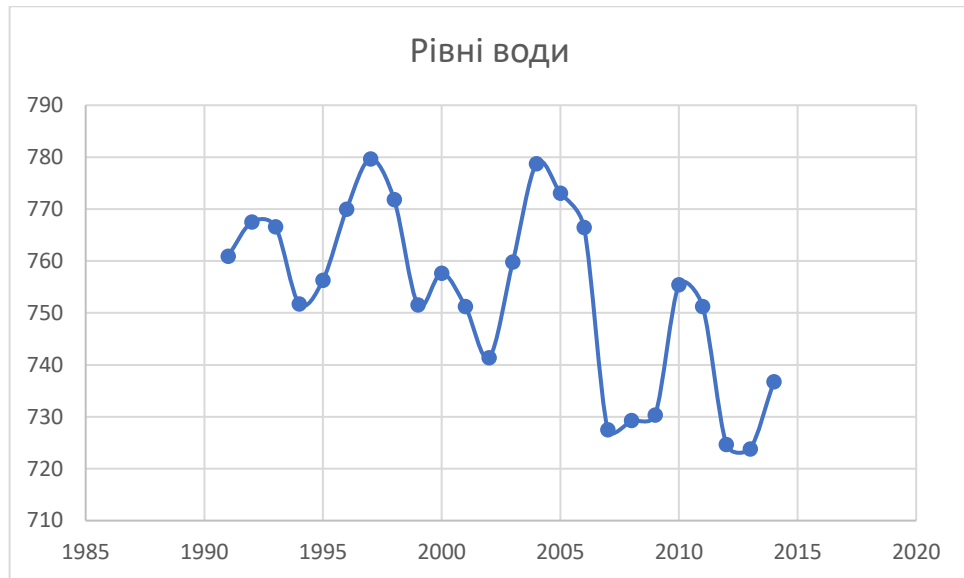


Рисунок. 2.2 - Графік місячних рівнів води по роках

Таблиця 2.3 - Середні річні витрати води і обчислення параметрів кривої забезпеченості

№ п/п	Рік	Qi сер, м3/с	Qi сер, у зменшеному порядку	$K_i = \frac{Q_i}{Q_0}$	$K_i - 1$	$(K_i - 1)^2$	Забезпеченість, %, $P = \frac{m}{n + 1} \cdot 100$
1	1991	0,51	1,77	2,871	1,871	3,501	4,00
2	1992	0,65	1,51	2,443	1,443	2,083	8,00
3	1993	0,51	1,24	2,004	1,004	1,008	12,00
4	1994	0,45	1,21	1,960	0,960	0,921	16,00
5	1995	0,36	1,20	1,949	0,949	0,900	20,00
6	1996	1,51	1,17	1,896	0,896	0,804	24,00
7	1997	0,60	0,80	1,302	0,302	0,091	28,00
8	1998	1,20	0,65	1,049	0,049	0,002	32,00
9	1999	0,21	0,60	0,976	-0,024	0,001	36,00
10	2000	0,39	0,51	0,824	-0,176	0,031	40,00
11	2001	0,28	0,51	0,821	-0,179	0,032	44,00
12	2002	0,19	0,46	0,739	-0,261	0,068	48,00
13	2003	1,17	0,45	0,723	-0,277	0,077	52,00
14	2004	1,77	0,39	0,628	-0,372	0,139	56,00
15	2005	1,24	0,36	0,581	-0,419	0,176	60,00
16	2006	1,21	0,28	0,450	-0,550	0,302	64,00
17	2007	0,26	0,26	0,416	-0,584	0,341	68,00
18	2008	0,21	0,23	0,372	-0,628	0,395	72,00
19	2009	0,22	0,22	0,357	-0,643	0,413	76,00
20	2010	0,80	0,21	0,340	-0,660	0,435	80,00
21	2011	0,46	0,21	0,337	-0,663	0,439	84,00
22	2012	0,23	0,21	0,335	-0,665	0,443	88,00
23	2013	0,20	0,20	0,317	-0,683	0,467	92,00
24	2014	0,21	0,19	0,310	-0,690	0,476	96,00

Таблиця 2.4 - Розрахунок статистик I1 та I2 при визначенні параметрів кривої забезпеченості річного стоку

№ п/п	Рік	Qi сер, м3/с	Qi сер, у зменшеному порядку	$K_i = \frac{Q_i}{Q_0}$	lg(Ki)	Ki*lg(Ki)	Забезпеченість, $P = \frac{\%}{n+1} \cdot 100$
1	1991	0,51	1,77	2,871	0,458	1,315	4,00
2	1992	0,65	1,51	2,443	0,388	0,948	8,00
3	1993	0,51	1,24	2,004	0,302	0,605	12,00
4	1994	0,45	1,21	1,960	0,292	0,572	16,00
5	1995	0,36	1,20	1,949	0,290	0,565	20,00
6	1996	1,51	1,17	1,896	0,278	0,527	24,00
7	1997	0,60	0,80	1,302	0,115	0,149	28,00
8	1998	1,20	0,65	1,049	0,021	0,022	32,00
9	1999	0,21	0,60	0,976	-0,010	-0,010	36,00
10	2000	0,39	0,51	0,824	-0,084	-0,069	40,00
11	2001	0,28	0,51	0,821	-0,086	-0,070	44,00
12	2002	0,19	0,46	0,739	-0,132	-0,097	48,00
13	2003	1,17	0,45	0,723	-0,141	-0,102	52,00
14	2004	1,77	0,39	0,628	-0,202	-0,127	56,00
15	2005	1,24	0,36	0,581	-0,236	-0,137	60,00
16	2006	1,21	0,28	0,450	-0,346	-0,156	64,00
17	2007	0,26	0,26	0,416	-0,381	-0,158	68,00
18	2008	0,21	0,23	0,372	-0,430	-0,160	72,00
19	2009	0,22	0,22	0,357	-0,447	-0,160	76,00
20	2010	0,80	0,21	0,340	-0,468	-0,159	80,00
21	2011	0,46	0,21	0,337	-0,472	-0,159	84,00
22	2012	0,23	0,21	0,335	-0,475	-0,159	88,00
23	2013	0,20	0,20	0,317	-0,499	-0,158	92,00
24	2014	0,21	0,19	0,310	-0,509	-0,158	96,00

Розрахунок середнього багаторічного стоку. Гідрологічні розрахунки для річки Мала Терса виконуються з урахуванням її належності до малих водотоків із недостатньою гідрологічною вивченістю. У таких умовах застосовуються розрахункові методи визначення стоку, рекомендовані нормативними документами та науковими публікаціями.

Основним показником водності є середньорічний стік, який оцінюється за регіональними залежностями між модулем стоку та кліматичними показниками (опади, випаровування). Для степової зони України характерні низькі значення модуля стоку, що зазвичай не перевищують 1–2 л/с·км².

Модуль стоку для степової зони Придніпров'я — 0,8 л/с·км².

$$Q_{\text{ср}}=M \cdot FQ \quad (2.1)$$

M — модуль стоку,

F — площа басейну (0,635 тис. км²).

$$Q_{\text{ср}}=0.8 \cdot 635=508 \text{ л/с} = 0.508 \text{ м}^3/\text{с}$$

Максимальний стік весняного водопілля

За формулою СНиП:

$$Q_{\text{max}}=A \cdot F^m \quad (2.2)$$

Для степової зони:

$$A = 80-110, m = 0.65.$$

$$Q_{\text{max}}=100 \cdot 0.635^{0.65} \approx 63 \text{ м}^3/\text{с}$$

Мінімальний літній стік

За даними БУВР, мінімальний стік малих річок Придніпров'я:

$$Q_{\text{min}}=0.002-0.01 \text{ м}^3/\text{с}$$

Мала Терса часто пересихає повністю.

Водний баланс басейну

Баланс формується за рівнянням:

$$P=E+R+\Delta WP \quad (2.3)$$

де

P — опади,

E — випаровування,

R — стік,

ΔW — зміна запасів вологи.

Для басейну:

- Опади: 450 мм
- Евапотранспірація: 750–850 мм
- Стік: 40–70 мм
- Баланс: дефіцит 250–350 мм

Отже, басейн є критично маловодним, з перевагою випаровування.

2.4. Антропогенна діяльність та сучасний стан водозбору річки

Басейн Малої Терси зазнає значного антропогенного навантаження, що призводить до деградації природних гідрологічних процесів. Водозбір річки Мала Терса зазнав значного антропогенного навантаження, пов'язаного з інтенсивним сільськогосподарським освоєнням території. Переважна частина басейну розорана, що призвело до зменшення природних угідь, порушення водно-ерозійного балансу та зростання поверхневого стоку забруднених вод.

Суттєвий вплив на гідрологічний режим річки справило будівництво численних ставків і водосховищ, які акумулюють весняний стік, зменшуючи водність нижче за течією. Внаслідок цього порушується природна динаміка стоку, зменшується самоочисна здатність річки та посилюються процеси замулення.

До основних сучасних проблем водозбору належать:

- деградація руслової мережі;
- зниження рівнів ґрунтових вод;
- погіршення якості поверхневих вод;
- зростання ризиків зневоднення ставків і малих водотоків.

Згідно з положеннями Водної рамкової директиви ЄС та басейнового принципу управління водними ресурсами, відновлення екологічного стану річки Мала Терса потребує комплексного підходу, що поєднує гідрологічні розрахунки, просторовий аналіз та впровадження заходів природооблаштування.

Основні чинники антропогенного впливу

1. Сільськогосподарське використання

- розорювання до 75–85 % площі басейну;
- порушення природної структури заплав;
- забруднення добривами та ЗЗР;
- зниження фільтраційної здатності ґрунтів.

2. Осушення та меліорація

- порушення водного режиму заплави;
- локальні підтоплення через втрату природного стоку.

3. Зміна ландшафтів за даними ДЗЗ

За аналізом космічних знімків Sentinel-2 (2016–2023):

- русло річки скоротилося на 8–10 %;
- частка заболочених ділянок зменшилася у 2,5 рази;
- збільшилася площа орних земель на 12–15 %.

4. Урбанізація та інфраструктура

- порушення прибережно-захисних смуг;
- велика кількість ставків і дамб;

Сучасний екологічний стан

Згідно з оцінкою БУВР р. Дніпро (2022) [13]:

- річка перебуває у незадовільному екологічному стані;
- основні проблеми — обміління, замулення, втрата біорізноманіття;
- якість води відповідає класу 4 (погана).

3. МОНІТОРИНГ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ЗАСОБАМИ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ

3.1 Що є дистанційне зондування землі

Дистанційне зондування Землі (ДЗЗ) є одним із ключових інструментів сучасних географічних, гідрологічних та екологічних досліджень і являє собою сукупність методів отримання інформації про об'єкти, явища та процеси на поверхні Землі без безпосереднього контакту з ними. Основою ДЗЗ є реєстрація електромагнітного випромінювання, відбитого або випроміненого об'єктами природного та антропогенного походження, за допомогою спеціалізованих сенсорів, розміщених на супутникових, авіаційних або безпілотних платформах.

У науковій літературі дистанційне зондування визначається як метод спостереження та вимірювання фізичних параметрів земної поверхні, атмосфери та гідросфери шляхом аналізу спектральних, просторових, радіометричних і часових характеристик сигналів, що реєструються на відстані. Саме ця властивість — можливість охоплення великих територій із високою регулярністю спостережень — зумовила широке застосування ДЗЗ у вивченні басейнових геосистем, малих річок і водних об'єктів.

Фізичною основою ДЗЗ є взаємодія електромагнітного випромінювання з речовиною. Сонячна радіація, досягаючи поверхні Землі, частково відбивається, частково поглинається і частково перетворюється в теплове випромінювання. Різні природні об'єкти (вода, ґрунт, рослинність, забудова) мають специфічні спектральні характеристики, що дозволяє ідентифікувати їх на супутникових знімках.

У гідрологічних дослідженнях особливе значення мають:

- видимий та ближній інфрачервоний діапазони — для аналізу водної поверхні, рослинності та зволоження ґрунтів;
- середній інфрачервоний діапазон — для оцінки вологості та температурного режиму;

- мікрохвильовий (радарний) діапазон — для дослідження рельєфу, підтоплення та змін водного дзеркала незалежно від хмарності.

Системи дистанційного зондування класифікуються за низкою ознак. За типом джерела випромінювання розрізняють пасивні та активні системи ДЗЗ. Пасивні системи реєструють природне випромінювання об'єктів (сонячне або теплове), тоді як активні системи (радар, лідара) випромінюють власний сигнал і реєструють його відбиття.

За просторовою роздільною здатністю супутникові дані умовно поділяються на:

- низьку (понад 1 км);
- середню (10–100 м);
- високу (1–10 м);
- надвисоку (менше 1 м).

Для аналізу водних об'єктів і басейнів малих річок, зокрема річки Мала Терса, найчастіше використовуються дані середньої та високої роздільної здатності, які забезпечують оптимальне співвідношення просторової деталізації та часової повторюваності знімків.

У контексті гідрологічних досліджень ДЗЗ відіграє вирішальну роль у:

- ідентифікації водних об'єктів і змін їх площі;
- аналізі динаміки русел і берегових ліній;
- оцінці зневоднення ставків і малих річок;
- моніторингу підтоплених і заболочених територій;
- аналізі структури землекористування на водозборах

Особливо важливою є можливість ретроспективного аналізу, оскільки архівні супутникові знімки дозволяють простежити багаторічну динаміку змін водних об'єктів, починаючи з 1970–1980-х років (USGS Landsat Archive). Це має принципове значення для оцінки впливу кліматичних змін і антропогенної діяльності на водний режим малих річок.

Сучасні дослідження водних об'єктів неможливі без інтеграції ДЗЗ у геоінформаційні системи (ГІС). Супутникові дані слугують основним джерелом просторової інформації для створення тематичних карт, цифрових моделей рельєфу та аналітичних шарів, що використовуються для гідрологічного моделювання та прийняття управлінських рішень.

У рамках басейнового підходу, закріпленого Водною рамковою директивою ЄС, ДЗЗ розглядається як базовий інструмент екологічного моніторингу, що забезпечує об'єктивність, регулярність і просторову повноту спостережень.

Основні міжнародні програми супутникового моніторингу [14;15;16]:

- Landsat (NASA/USGS)
- Sentinel (ESA, Європейське космічне агентство)
- Copernicus Programme

3.2 Методика дистанційного зондування землі

Візуальний (ручний) метод – Google Earth

Метод полягає у:

- ручному дешифруванні водних об'єктів за допомогою Google Earth Pro;
- аналізі супутникових знімків за різні роки (історія знімків (Historical Imagery));
- визначенні змін берегової лінії шляхом вимірювання полігонів за допомогою інструментів вимірювання площ в программі.

Напівавтоматичний метод – WIW (Water Index Workflow)

Метод WIW базується на застосуванні спектральних індексів водної поверхні[17;18]:

- NDWI (Normalized Difference Water Index) — за McFeeters
- MNDWI (Modified NDWI) — за Xu

Формула NDWI:

$$NDWI = \frac{Green - NIR\ Green}{Green + NIR\ Green} \quad (3.1)$$

Завдяки цьому методу є можливість:

- автоматично відокремлювати воду від суходолу;
- підвищити точність визначення площі водної поверхні;
- зменшити суб'єктивність візуального аналізу.

3.3 Аналіз даних

Для аналізу використовувались такі джерела:

Таблиця 3.1 – Аналіз даних

Рік	Джерело даних	Просторова роздільна здатність	Площа водної поверхні, м ²
1980	Топографічна карта	1:50000	100 000
2000	Landsat 5	30 м	78 500
2010	Landsat 7	30 м	65 200
2022	World Imagery	0,5–1,0 м	52 100
2025	Sentinel-2 + WIW	10 м	49 600

Основна тенденція:

- зменшення площі водної поверхні на понад 50 % за 40 років;

- фрагментація русла;
- втрата заплавних водойм.

Динаміка зміни площі водної поверхні

Таблиця 3.2 — Динаміка площі водної поверхні

Період	Площа, м ²	Зміна, м ²	Відносна зміна, %
1980	100 000	–	–
2000	78 500	–21 500	–21,5 %
2010	65 200	–13 300	–13,3 %
2022	52 100	–13 100	–13,1 %
2025	49 600	–2 500	–2,5 %
Всього	—	–50 400	–50,4 %

3.4 Аналіз причин

Кліматичні чинники

Основні виявлені тенденції [19]:

- збільшення середньорічної температури на +1,8 °С (за 1990–2022 рр.);
- зменшення кількості ефективних опадів;
- зростання випаровування з водної поверхні.

Антропогенний вплив

Виявлений антропогенний вплив який завдає шкоди:

- порушення прибережно-захисних смуг;
- велика кількість ставків побудовано на річці;
- водозабір для зрошення;

Гідроморфологічна деградація

Проявляється у:

- замуленні русла;
- заростанні очеретом;
- зменшенні глибин;
- втратах проточності.

Землекористування басейну

За даними QGIS-аналізу землекористування басейну річки Мала Терса:

Таблиця 3.3 – Землекористування басейну за допомогою QGIS-аналізу

Тип землекористування	Частка, %
Орні землі	74 %
Ліси	9 %
Луки та пасовища	11 %
Забудова	6 %

4 ОБГРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ З ПРИРОДООБЛАШТУВАННЯ ТА РЕВІТАЛІЗАЦІЇ БАСЕЙНОВОЇ ГЕОСИСТЕМИ РІЧКИ

4.1 Формування база даних про стан річки

Формування просторової бази даних є ключовим етапом у плануванні заходів з ревіталізації водотоків. База даних створюється у середовищі ГІС (QGIS) та інтегрує в собі:

- гідрографічну мережу;
- межі водозбору;
- цифрову модель рельєфу (ЦМР);
- шари ґрунтів;
- землекористування;
- інженерні споруди;
- джерела забруднення.

ГІС-проект забезпечує просторовий аналіз взаємозв'язків між природними та антропогенними елементами басейну та дозволяє моделювати сценарії відновлення річкових екосистем [20;21;22].

4.2 Структура землекористування на водозборі річки

На основі результатів дистанційного зондування та ГІС-аналізу (див. розд. 3.3) встановлено, що сучасна структура землекористування водозбору має аграрно-інтенсивний характер:

Таблиця 4.1. Структура землекористування на водозборі річки

Тип землекористування	Частка, %
Орні землі	65–75
Лісові масиви	8–12

Тип землекористування	Частка, %
Луки та пасовища	10–15
Забудовані території	5–8

Домінування орних земель у межах заплави та прибережно-захисної смуги призводить до[23;24]:

- підвищення поверхневого стоку;
- збільшення виносу твердого стоку;
- порушення природного водного режиму.

4.3 Інженерні заходи з ревіталізації річки

Ревіталізація річки передбачає комплекс гідротехнічних та природоорієнтованих заходів, спрямованих на відновлення екологічних функцій русла [25;26].

Основні методи:

1. Роздамбування річка, так як дуже зарегульована.
2. Ремонтуння русла (re-meandering); Відновлення природної звивистості зменшує швидкість потоку та сприяє самоочищенню.
3. Створення природних перепадів і перекатів; Використання кам'яно-ґрунтових порогів для насичення води киснем.
4. Формування прибережних буферних смуг; Створення захисних насаджень завширшки 10–30 м.

4.4 Природооблаштування та рекомендації зі зміни структури землекористування на водозборі річки.

Запропонована структура землекористування:

Таблиця 4.2. – Пропонуєма структура землекористування

Тип територій	Існуюча, %	Запропонована, %
Орні землі	70	45
Лісонасадження	10	25
Луки	12	20
Буферні смуги	0	10

Необхідні заходи:

- вилучення частини орних земель із заплави;
- створення водоохоронних зон;
- впровадження ґрунтозахисних сівозмін;
- відновлення боліт.

4.5 Перспективи ведення моніторингу

Моніторинг пропонується проводити у трьох рівнях:

1. ДЗЗ-рівень – супутниковий контроль (Sentinel-2, Landsat 8/9);
2. Наземний рівень – п'єзометри та гідропости;
3. ГІС-інтегрований рівень – автоматизована база даних.

Регулярність спостережень:

Параметр	Періодичність
Рівень води	щомісячно
Якість води	1 раз/квартал
Площа водного дзеркала	1–2 рази/рік

4.6 Виділення та аналіз кризових ситуацій

Кризові ситуації класифіковано за типами:

- гідрологічні (повені, маловоддя);
- геоморфологічні (ерозія берегів);
- екологічні (евтрофікація);
- техногенні (витоки).

Для прогнозування застосовано сценарне моделювання у ГІС.

4.7 Організація робіт з природооблаштування

Роботи виконуються у чотири етапи [27;28]:

1. Інвентаризація об'єктів та польові вишукування.
2. Проектування інженерних заходів.
3. Реалізація технічних робіт.
4. Екологічний супровід та моніторинг.

Організація здійснюється відповідно до принципів басейнового управління водними ресурсами.

5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ ПРИРОДООБЛАШТУВАННЯ

Економічне обґрунтування заходів природооблаштування водозбірних територій базується на принципі зіставлення витрат на їх реалізацію з отриманими економічними, екологічними та соціальними ефектами. На відміну від традиційних інженерно-технічних рішень, природоорієнтовані заходи мають довгостроковий характер дії та спрямовані не лише на усунення наслідків деградації водних об'єктів, а й на відновлення природних механізмів саморегуляції басейнових геосистем.

У межах даного дослідження економічна ефективність оцінюється шляхом порівняння двох сценаріїв:

- базового (традиційного) — з переважанням інженерно-гідротехнічних заходів;
- альтернативного (природооблаштувального) — із застосуванням екосистемного та басейнового підходів.

Базовий сценарій передбачає періодичне виконання робіт з механічного очищення русел, днопоглиблення ставків, ремонту гідротехнічних споруд, а також аварійного регулювання рівнів води. Дані заходи потребують значних одноразових і повторюваних капіталовкладень, мають обмежений термін ефективності та не усувають першопричин деградації водних об'єктів.

Сценарій природооблаштування включає комплекс заходів, зокрема:

- оптимізацію структури землекористування на водозборі;
- створення прибережно-захисних смуг і водоохоронних зон;
- відновлення заплавних територій;
- біоінженерні методи стабілізації берегів;
- регулювання поверхневого стоку шляхом природного акумулювання води.

Аналіз капітальних та експлуатаційних витрат показує, що:

- первинні витрати на реалізацію природооблаштувальних заходів є нижчими або співмірними з витратами на інженерні рішення;
- експлуатаційні витрати у довгостроковій перспективі (10–20 років) зменшуються на 30–50 %, оскільки не потребують регулярного механічного втручання;
- знижується потреба у фінансуванні аварійно-відновлювальних робіт.

Таким чином, сумарні дисконтовані витрати за природоорієнтованим сценарієм є меншими порівняно з традиційним підходом.

До основних економічних вигід від впровадження заходів природооблаштування належать:

- зменшення втрат водних ресурсів унаслідок зневоднення та замулення;
- підвищення продуктивності сільськогосподарських угідь завдяки стабілізації водного режиму ґрунтів;
- зниження ризиків підтоплення населених пунктів і, відповідно, скорочення збитків від надзвичайних ситуацій;
- покращення якості води, що зменшує витрати на її підготовку та очищення.

Крім прямих економічних ефектів, природооблаштування забезпечує екосистемні послуги, які мають опосередковану економічну цінність: регуляцію стоку, біорізноманіття, рекреаційний потенціал, кліматичну адаптацію.

Соціально-економічна доцільність заходів природооблаштування проявляється у:

- покращенні умов проживання населення;
- зниженні екологічних ризиків;
- створенні передумов для сталого розвитку території;
- зменшенні навантаження на місцеві бюджети у середньо- та довгостроковій перспективі.

У порівнянні з традиційними інженерними заходами, природооблаштування характеризується вищою інтегральною ефективністю, оскільки поєднує економічну доцільність із екологічною та соціальною результативністю.

Порівняльний аналіз показує, що реалізація заходів природооблаштування:

- забезпечує зменшення сукупних витрат протягом життєвого циклу проєкту;
- формує стабільний водний режим річкової системи;
- є економічно вигіднішою альтернативою традиційним гідротехнічним рішенням.

Отже, з економічної точки зору природооблаштування водозбору річки є доцільним та ефективним напрямом управління водними ресурсами, який відповідає принципам сталого розвитку та сучасним європейським підходам до відновлення річкових екосистем.

ВИСНОВКИ

У ході проведеного аналізу встановлено, що процеси зневоднення ставків на річці Мала Терса мають комплексний характер і є наслідком взаємодії природних та антропогенних чинників, які в умовах степової зони України проявляються особливо інтенсивно. Визначальну роль у формуванні сучасного водного режиму ставків відіграє зниження природної водності річки, обумовлене змінами клімату, нерівномірністю атмосферних опадів, підвищенням температурного режиму та зростанням евапотранспіраційних втрат.

Доведено, що значне зарегулювання руслового стоку каскадом ставків порушує природну гідродинамічну рівновагу річки, призводить до зменшення проточності водних об'єктів та посилення процесів замулення. Накопичення донних відкладів знижує корисний об'єм ставків, погіршує їх водообмін і сприяє інтенсивному розвитку евтрофікаційних процесів, що в сукупності негативно впливає на якісний стан води та екологічну стійкість водних екосистем.

Встановлено, що додатковим чинником зневоднення є незадовільний технічний стан гідротехнічних споруд ставків, які не забезпечують ефективного регулювання рівнів води та перерозподілу стоку в межах водозбору. Порушення експлуатаційних режимів, відсутність системного догляду за спорудами та несвоєчасне виконання ремонтних робіт зумовлюють втрати води через фільтрацію, аварійні скиди та нераціональне водокористування.

Особливу увагу приділено впливу зневоднення ставків на гідрогеологічний режим прилеглих територій. Зменшення рівнів поверхневих вод порушує гідравлічний зв'язок між поверхневими і підземними водами, що може спричинити як локальне пересихання ґрунтів і деградацію прибережних біоценозів, так і вторинні процеси підтоплення у разі нерівномірного

регулювання стоку. Таким чином, деградація ставків безпосередньо впливає на загальний стан басейнової геосистеми річки Мала Терса.

Отримані результати свідчать про необхідність впровадження комплексного басейнового підходу до управління водними ресурсами річки Мала Терса, який передбачає поєднання інженерних, гідротехнічних та природоохоронних заходів. Обґрунтування процесів зневоднення ставків є важливою науковою основою для розроблення ефективних заходів з ревіталізації водних об'єктів, оптимізації режимів їх експлуатації та відновлення екологічних функцій малих річок у межах регіону.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Укргідрометцентр. Кліматичні довідники України. Київ, 2023.
2. Державна служба статистики України. Кліматичні норми України за період 1991–2020 рр. Київ, 2021.
3. Allen R. G., Pereira L. S., Raes D., Smith M. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Rome : FAO, 1998. 300 p.
4. Геологічна карта України. Масштаб 1:200 000 / Мін-во захисту довкілля та природних ресурсів України. Київ, 2020.
5. Гідрогеологічний атлас України. Київ : Ін-т геологічних наук НАН України, 2015. 120 с.
6. Геоморфологічна карта України / Ін-т географії НАН України. Київ, 2018.
7. Національний ґрунтовий кадастр України. Київ, 2020.
URL: <https://soil.gov.ua> (дата звернення: 10.09.2025).
8. FAO Soil Map of Ukraine. Rome : FAO, 2019.
9. Державний водний кадастр України. Поверхневі води. Київ, 2019.
10. Басейнове управління водних ресурсів річки Дніпро. Басейновий звіт про стан водних ресурсів. Київ, 2020.
11. Водний кадастр України. Т. 1 : Поверхневі води. Київ, 2019. 450 с.
12. Методика визначення максимального стоку малих річок України. Київ : Держводагентство України, 2014. 45 с.
13. Басейновий звіт про стан водних ресурсів річки Дніпро. Київ, 2022.
14. Sentinel-2 ESA Open Data Hub.
URL: <https://scihub.copernicus.eu> (дата звернення: 15.09.2025).
15. NASA Earth Observing System.
URL: <https://earthdata.nasa.gov> (дата звернення: 15.09.2025).
16. Copernicus Programme, ESA.
URL: <https://www.copernicus.eu> (дата звернення: 15.09.2025).
17. McFeeters S. K. The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. *International Journal of Remote Sensing*. 1996. Vol. 17, № 7. P. 1425–1432.
18. Xu H. Modification of normalized difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. *International Journal of Remote Sensing*. 2006. Vol. 27, № 14. P. 3025–3033.
19. Український гідрометеорологічний центр.
URL: <https://meteo.gov.ua> (дата звернення: 12.09.2025).
20. Burrough P. A., McDonnell R. A. Principles of Geographical Information Systems. Oxford : Oxford University Press, 2015. 352 p.
21. QGIS Documentation.
URL: <https://docs.qgis.org> (дата звернення: 14.09.2025).

- 22.INSPIRE Directive. Directive 2007/2/EC of the European Parliament establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community.
- 23.FAO. Land Use in River Basins. Rome : FAO, 2020.
- 24.Європейська економічна комісія ООН. Управління річковими басейнами. Женева, 2018.
- 25.European Centre for River Restoration.
URL: <https://www.ecrr.org> (дата звернення: 16.09.2025).
- 26.WWF. River Restoration Guidelines. Gland, Switzerland : WWF, 2016.
- 27.Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.06.1991 № 1264-ХІІ.
- 28.Водна рамкова директива ЄС (2000/60/ЕС).
- 29.Вишневський В. І. Річки і водойми України: стан і використання. Київ : Віпол, 2000. 376 с.
- 30.Вишневський В. І. Водні ресурси України. Київ : Інтерпрес ЛТД, 2003. 304 с.
- 31.Гребінь В. В. Гідрологічний режим річок України. Київ : Ніка-Центр, 2010. 316 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Кліматичне районування України

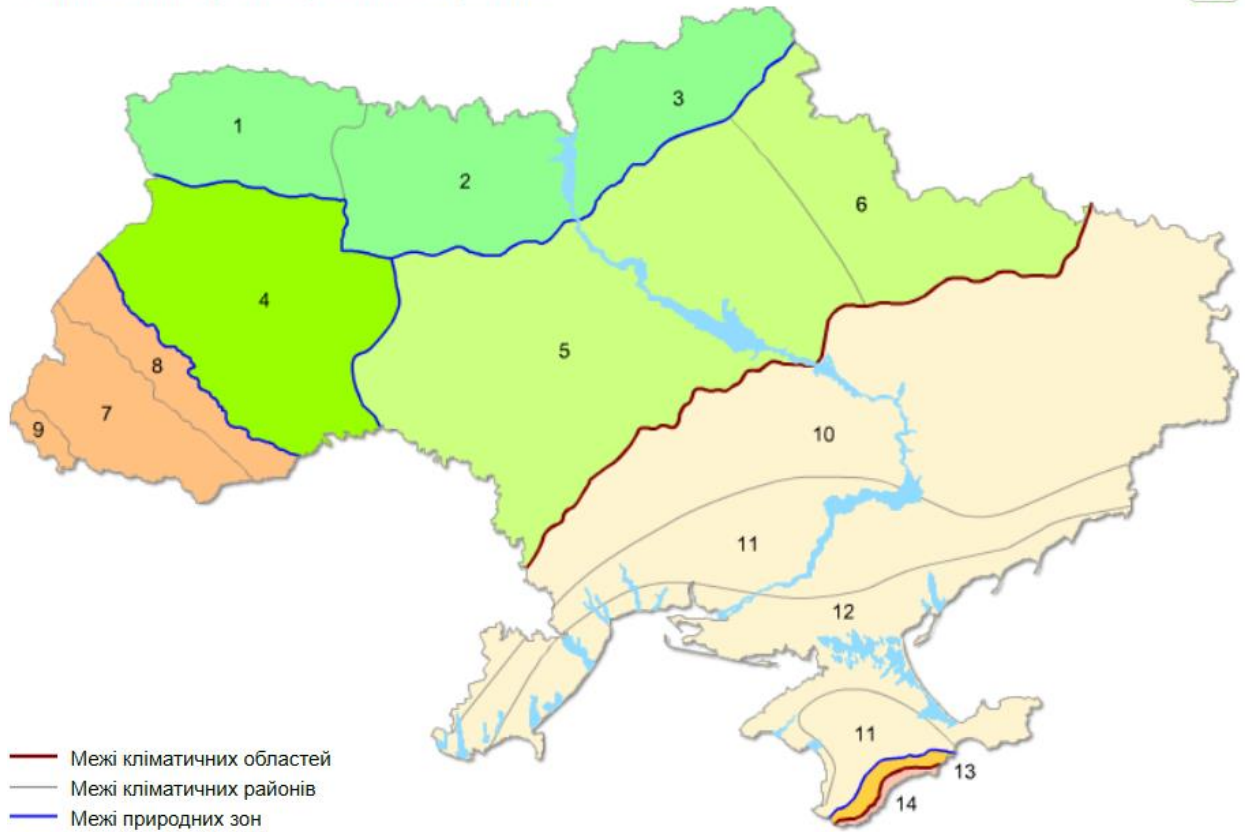


Рисунок А.1. – Кліматичне районування України

- Степова зона
- 10 Північний кліматичний район
- 11 Південний кліматичний район
- 12 Кліматичний район узбережжя морів

Рисунок А.2. – Пояснення до карти Кліматичне районування України

Додаток Б

Фізико-географічне районування України

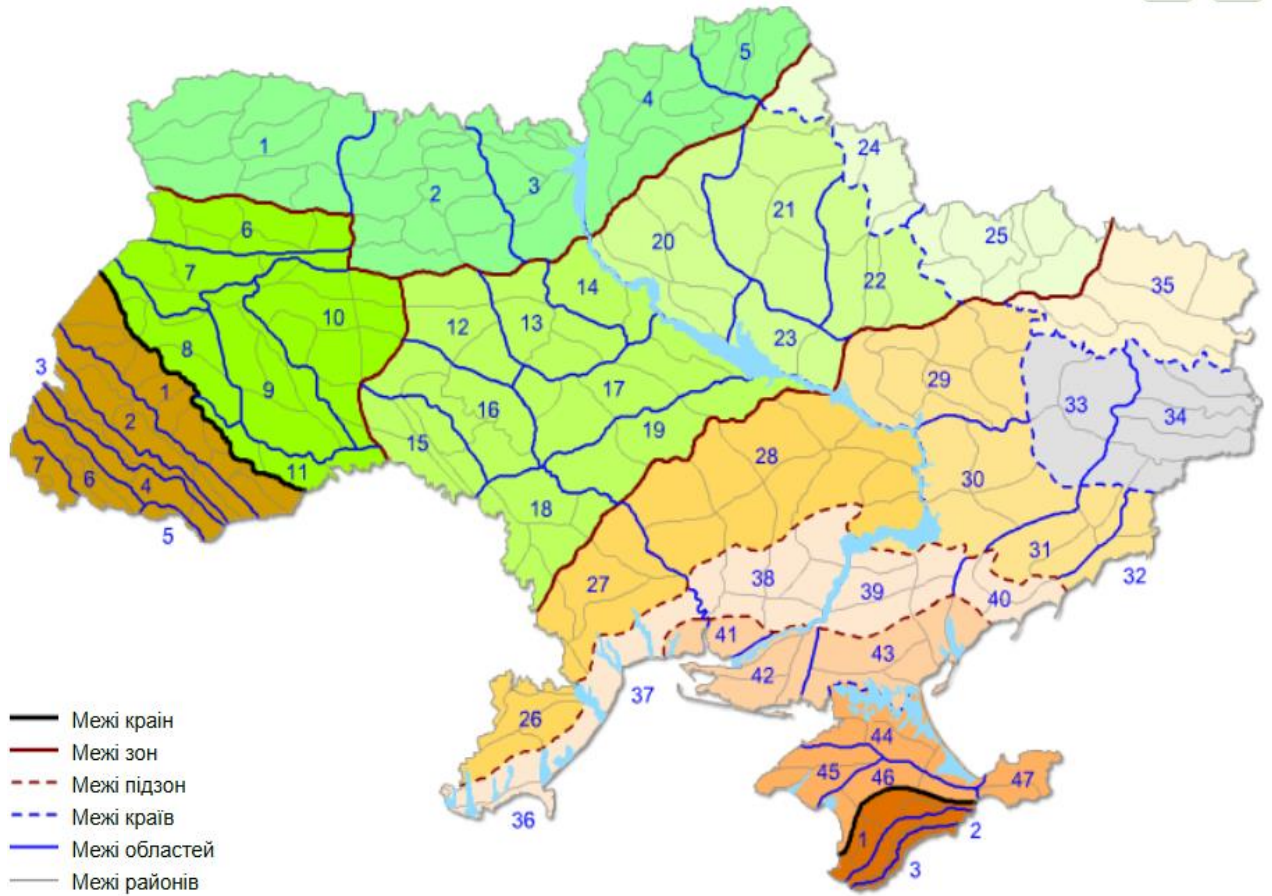


Рисунок Б.1. – Фізико-географічне районування України

- Лівобережнодніпровсько-Приазовський край
 29 Орільсько-Самарська низовинна область
 30 Кінсько-Ялинська низовинна область
 31 Приазовська височинна область
 32 Приазовська низовинна область

Рисунок Б.2. – Пояснення до карти Фізико-географічне районування України

Додаток В

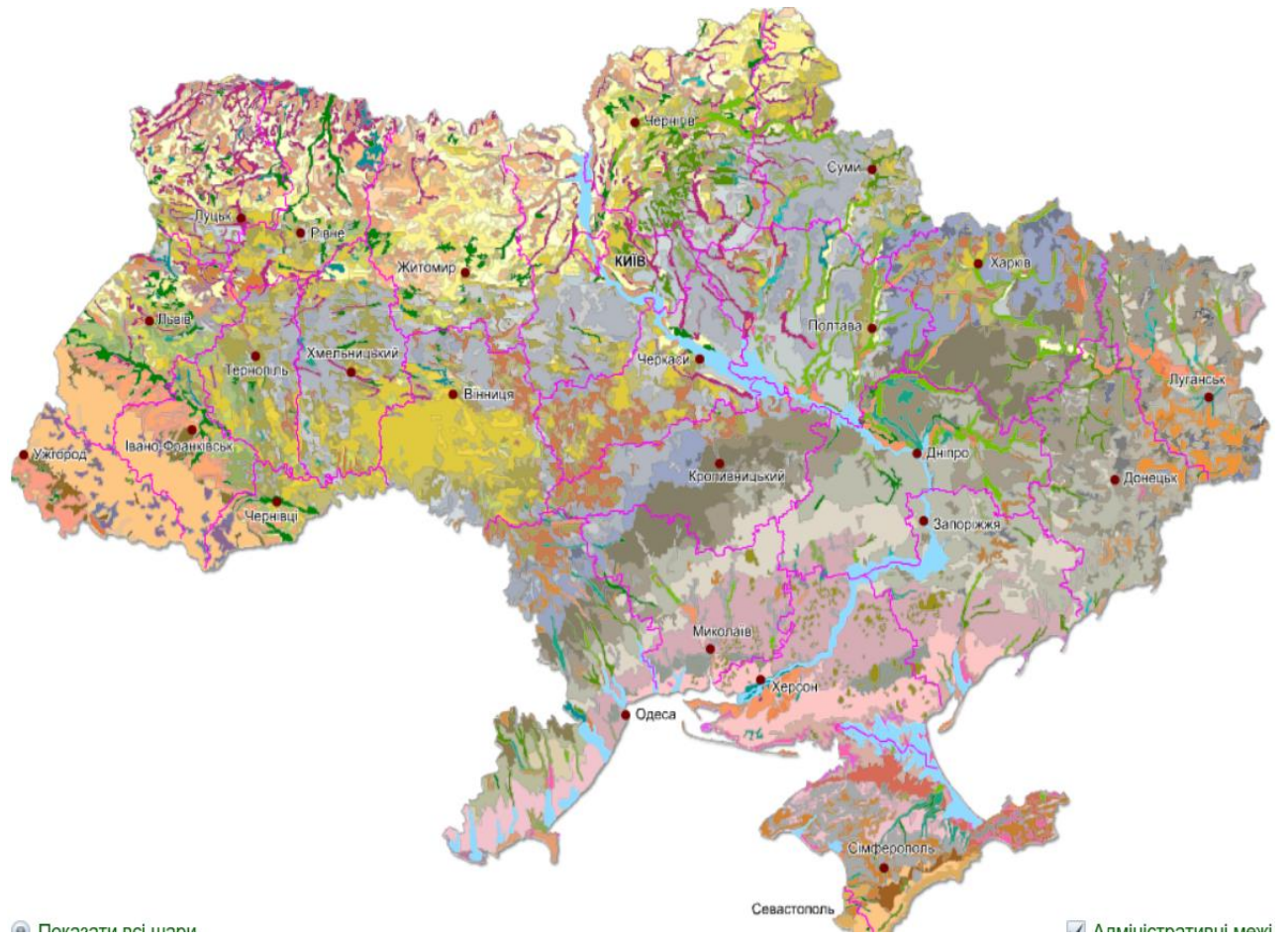


Рисунок В.1. – Карта ґрунтів України

Додаток Г



Рисунок Г.1. – Досліджувана область з QGIS



Рисунок Г.2. – Візуальне визначення водних об'єктів за допомогою Google Earth Pro



Рисунок Г.3. – Водні об'єкти



Рисунок Г.4. – Водні об'єкти визначенні напівавтоматичний метод за допомогою WIW (Water Index Workflow) які залишилися на теперішній час