

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра водогосподарської інженерії

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри водогосподарської
інженерії доцент

_____ Андрій ТКАЧУК
«_____» червня 2025 р.

Пояснювальна записка

до дипломної роботи
перший (бакалаврський) рівень вищої освіти
на тему **Природооблаштування басейнової геосистеми річки
Великий Бурлук**

Виконав: здобувач вищої освіти 4 курсу,
групи ГТБ-1-21

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

Освітня програма „Водна інженерія та
водні технології ”

Ілля ВЕХНОВСЬКИЙ

Керівник :

доцент Володимир КОВАЛЕНКО

Рецензент : _____

Дніпро – 2025

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

на дипломну роботу здобувачу вищої освіти
ВЕХНОВСЬКОМУ Іллі Євгенійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи: **Природооблаштування басейнової геосистеми річки Великий Бурлук**

керівник роботи Коваленко Володимир Васильович, к. с.-г. н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом по ДДАЕУ від « » 2025 р. №

1. Термін здачі студентом закінченого проєкту : « 16 » червня 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 проєктування; 2. Принципи природооблаштування басейнових геосистем; 3. Оцінка стану річки Великий Бурлук та її басейну. 4. Обґрунтування заходів з природооблаштування та ревіталізації басейнової геосистеми річки. 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях; 6. Економічне обґрунтування ефективності заходів природооблаштування. Висновки.

4. Перелік графічного матеріалу :1_____ 2. Презентація в середовищі Power Point.

5. Консультанти розділів проекту

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

6. Дата видачі завдання: « » 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ пп	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Збір матеріалів до ДР	11.2024 р.	
2	Формування теми ДР, мети, завдань, змісту. Вибір методів дослідження та способів рішення поставлених задач	06.02.2025 р.	
3	Коротка характеристика природних умов району дослідження	08.02.2025 р.	
4	Моделі визначення та розрахунку ґрунтової вологи	20.03.2025 р.	
5	Обґрунтування параметрів моделі розрахунку запасів ґрунтової вологи	01.04.2025 р.	
6	Розробка ГІС режиму ґрунтової вологи	05.04. 2025 р.	
7	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	06.05. 2025 р.	
8	Економічне обґрунтування ефективності ГІС. Висновки.	09.05. 2025 р.	
	Підготовка записки, графічної частини проекту, перевірка на текстові збіги	10.06.2025 р.	
	Передзахист ДП на кафедрі	19.06.2025 р.	
	Представлення ДП на рецензію	24.06.2025 р.	

Здобувач вищої освіти _____
(підпис)

Керівник роботи _____ / Коваленко .В.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота містить 82 сторінки, 10 таблиць, 30 рисунків. Список літератури складається з джерел інформації, що використовувалися під час дослідження.

Об'єктом дослідження є басейнова геосистема річки Великий Бурлук та її водозбірна територія.

Предметом дослідження є процеси природооблаштування та ревіталізації, а також оцінка ефективності заходів з охорони та відновлення басейнової системи.

Метою роботи є розробка комплексних рекомендацій щодо природооблаштування водозбору річки Великий Бурлук з урахуванням екологічних, гідрологічних та економічних аспектів.

Вихідними даними в роботі слугували кліматичні, геологічні, гідрологічні характеристики регіону, а також матеріали польових спостережень і статистичні дані.

Допоміжне програмне забезпечення: Microsoft Word, Microsoft Excel, QGIS, AutoCAD.

Розроблено комплекс заходів природооблаштування, що включають інженерні рішення з відновлення русла річки, зміну структури землекористування, а також рекомендації щодо організації моніторингу та контролю екологічного стану басейну. Проведено економічне обґрунтування ефективності запропонованих заходів з урахуванням порівняльного аналізу альтернативних варіантів.

Ключові слова: басейнова геосистема, природооблаштування, річка Великий Бурлук, гідрологічний режим, ревіталізація.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 КЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ПРОЄКТУВАННЯ	9
1.1 Кліматичні умови Харківщини	9
1.2 Геологія та гідрогеологія.....	11
1.3 Рельєф та геоморфологія.....	13
2 ПРИНЦИПИ ПРИРОДООБЛАШТУВАННЯ БАСЕЙНОВИХ ГЕОСИСТЕМ	
2.1 Світовий досвід природооблаштування басейнів та ревіталізації малих річок.....	17
2.2 Геоекологічні принципи природооблаштування басейнових геосистем..	20
2.3 Обґрунтування необхідності природооблаштування басейну річки Великий Бурлук	23
3 ОЦІНКА СТАНУ РІЧКИ ВЕЛИКИЙ БУРЛУК ТА ЇЇ БАСЕЙНУ.....	25
3.1 Загальні відомості про р. Великий Бурлук та її басейн.....	25
3.2 Гідрологічна та гідроморфологічна характеристика річки.....	26
3.3 Антропогенна діяльність та сучасний стан водозбору річки.....	33
4 ОБґРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ З ПРИРОДООБЛАШТУВАННЯ ТА РЕВІТАЛІЗАЦІЇ БАСЕЙНОВОЇ ГЕОСИСТЕМИ РІЧКИ.....	41
4.1 Формування база даних про стан річки.....	41
4.2 Структура землекористування на водозборі річки.....	49
4.3 Інженерні заходи з ревіталізації річки.....	52
4.4. Природооблаштування та рекомендації зі зміни структури землекористування на водозборі річки.....	56
4.5 Перспективи ведення моніторингу.....	59
4.6 Виділення та аналіз кризових ситуацій.....	60
4.7 Організацію робіт з природооблаштування.....	61
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ...	67

5.1 Порядок розслідування випадків травмування	67
5.2 Основи забезпечення безпеки праці під час експлуатації гідроспоруд в умовах проходження надмірних витрат.....	69
6 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ ПРИРОДООБЛАШТУВАННЯ	
ВИСНОВКИ.....	75
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	77
ДОДАТКИ	83

ВСТУП

В умовах глобальних змін клімату, інтенсифікації сільськогосподарського виробництва та урбанізації особливої актуальності набуває питання раціонального використання та охорони водних ресурсів, зокрема малих річок. Малі річки, як складова частина ландшафтної, екологічної та соціальної структури територій, потребують комплексного підходу до відновлення та підтримання їх екосистемних функцій. У цьому контексті природооблаштування басейнових геосистем виступає як ефективний інструмент стабілізації екологічного стану водозборів.

Басейн річки Великий Бурлук, розташований на території Харківської області, є прикладом геосистеми, яка зазнала суттєвого антропогенного навантаження, що призвело до деградації природних компонентів, зниження якості води, змін у структурі землекористування та погіршення гідрологічного режиму. Враховуючи значення цієї річки для місцевого аграрного виробництва, біорізноманіття та соціально-економічного розвитку регіону, дослідження та впровадження природооблаштувальних заходів є актуальним та своєчасним завданням.

Метою дипломної роботи є розробка науково обґрунтованої системи заходів з природооблаштування та ревіталізації басейнової геосистеми річки Великий Бурлук, спрямованої на покращення екологічного стану водозбору, підвищення стійкості геосистеми до антропогенних впливів та забезпечення сталого землекористування.

Для досягнення поставленої мети передбачено вирішення таких завдань:

Провести кліматичну, геоморфологічну, геологічну та ґрунтову характеристику району проєктування;

Дослідити світовий досвід природооблаштування та виділити принципи геоекологічного підходу;

Проаналізувати сучасний стан річки Великий Бурлук та її басейну, включаючи гідрологічні, гідроморфологічні та антропогенні чинники;

Сформувати базу даних про водозбір, структуру землекористування та виявити кризові екологічні ситуації;

Запропонувати інженерні, організаційні та природооблаштувальні заходи з урахуванням специфіки басейнової геосистеми;

Обґрунтувати економічну доцільність впровадження природооблаштування та оцінити ефективність запропонованих рішень;

Розробити заходи з охорони праці та безпеки під час реалізації природооблаштувальних робіт.

Об'єктом дослідження є басейнова геосистема річки Великий Бурлук.

Предметом дослідження виступають природооблаштувальні та ревіталізаційні заходи, спрямовані на покращення екологічного стану та функціонування басейнової геосистеми.

Методи дослідження включають аналіз картографічних та статистичних матеріалів, методи польових спостережень, геоінформаційного моделювання, економічного порівняння, а також вивчення нормативної та наукової літератури.

Структура роботи охоплює шість розділів. У першому розглянуто природні умови району проектування. У другому – викладено основи природооблаштування басейнових геосистем. У третьому – проведено оцінку сучасного стану річки Великий Бурлук. Четвертий розділ присвячено розробці заходів з ревіталізації та стабілізації водозбору. П'ятий розділ містить аналіз з охорони праці та безпеки, а шостий – економічне обґрунтування запропонованих рішень.

1. КЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ПРОЄКТУВАННЯ

В адміністративному відношенні річка Великий Бурлук розташована у Великобурлуцькому районі Харківської області. Селище Великий Бурлук знаходиться на відстані 108 км від Харкова на лівому березі Великий Бурлук, вище за течією примикають села Заміст і Буряківка, нижче за течією - села Плоске та Балка, на протилежному березі - село Горяне (рис.1.1) [1].



Рисунок 1.1 – Селище Великий Бурлук на карті Харківської області

1.1 Кліматичні умови Харківщини

Харківська область розташована в північно-східній частині України й характеризується помірно-континентальним кліматом з досить вираженими сезонами. Кліматичні умови регіону мають вагомe значення для розвитку сільського господарства, особливо у контексті зрошення та раціонального використання водних ресурсів.

Середньорічна температура повітря в Харківській області становить близько $+7,5...+8,5$ °С. Найхолоднішим місяцем є січень, із середньою температурою $-6...-8$ °С, тоді як найтеплішим — липень, коли середня температура сягає $+20...+22$ °С. Протягом останніх десятиліть спостерігається тенденція до підвищення середньорічної температури, що може бути пов'язано з глобальними кліматичними змінами.

Кількість днів із середньодобовою температурою понад $+10$ °С складає приблизно 160–180 на рік, що визначає тривалість вегетаційного періоду більшості сільськогосподарських культур.

Щорічна сума опадів у Харківській області коливається в межах 450–550 мм. Більшість опадів припадає на теплий сезон (з травня по серпень), проте їх розподіл є нерівномірним як протягом року, так і за роками спостережень. Влітку часто спостерігаються короткочасні, але дуже сильні дощі, які не завжди забезпечують достатнє зволоження ґрунту через значні втрати води внаслідок стоку та випаровування.

У зимовий період опади в Харківській області переважно випадають у формі снігу, товщина снігового покриву зазвичай коливається від 10 до 30 см, що значною мірою залежить від конкретних погодних умов кожного року. Однією з основних агрокліматичних проблем регіону є нестача вологи, особливо у критичні фази росту рослин - навесні та на початку літа. Потенційне випаровування в області суттєво перевищує кількість опадів, що призводить до тривалого дефіциту вологи у ґрунті.

Середньорічний обсяг випаровування становить 700–900 мм, що на 200–300 мм більше за середньорічну норму опадів. Через це виникає необхідність у застосуванні зрошення для стабільного отримання врожаю, особливо в роки з посушливою погодою [9].

1.2 Геологія та гідрогеологія

Харківська область геоструктурно розташована в межах Придніпровської частини Українського кристалічного масиву. Її геологічна будова включає докембрійські кристалічні породи, які формують міцний фундамент, а також осадові відкладення кайнозойської ери, що лежать на нерівній поверхні цього фундаменту. На поверхні кристалічної основи знаходяться осадові породи віком від девону до неогену. Антропогенний шар переважно складається з лесоподібних утворень, а в долинах річок - з піщаних алювіальних відкладень. Верхній шар представлений четвертинними еоловоделювіальними легкими, середніми і важкими суглинками, які лежать на пісках неогенового віку. Літологічний розріз включає ґрунтово-рослинний шар товщиною від 0,2 до 0,7 м, легкі та середні суглинки, а також лесоподібні суглинки на глибині до 25 м із прошарками супіску. Верхньочетвертинні елювіальні відкладення складаються з легких світло-жовтих суглинків твердої консистенції, тоді як середньо-верхньочетвертинні - з лесоподібних середніх суглинків жовто-бурого відтінку з домішками окислів марганцю та карбонатів [40].

Ґрунти в регіоні щільні, мають низький рівень вологості і за просадністю належать до другого типу за складністю розробки. На трасах трубопроводів та майданчиках водопровідних споруд на глибині 4–5 м зустрічається перевідкладений, щільний сірий ґрунт. Рівень ґрунтових вод коливається від 1 м у пониженнях до понад 30 м на вододілах, а в балках вони часто виходять на поверхню. За хімічним складом підземні води є гідрокарбонатно-сульфатно-натрієвими та сульфатно-хлоридно-магнієвими з мінералізацією від 0,5 до 2 г/л, і по відношенню до бетону вони неагресивні або слабоагресивні.

Корозійна активність ґрунтів щодо свинцевих і алюмінієвих оболонок кабелів оцінюється як середня. Нормативна глибина сезонного промерзання ґрунтів становить близько 0,8 м. За складністю розробки екскаваторними

механізмами ґрунти належать до першої групи для ґрунтово-рослинного шару та пластичних суглинків, а тверді і напівтверді суглинки - до другої групи.

Неогенові відкладення в межах досліджуваної території представлені міоценовими шарами, що складаються з ясно-сірого, жовтувато-сірого дрібнозернистого глинистого піску з прошарками піщанику, товщина яких може досягати 40 м. Пліоцен-нижньочетвертинні червоно-бурі глини, які широко поширені, за винятком глибоко врізаних балок і крутих схилів, є елювіальними утвореннями кінця пліоцену та початку четвертинної епохи, щільними, з домішками окислів марганцю та вапняків, товщина яких коливається від 1 до 7 м.

Аллювіально-делювіальні відкладення представлені перевідкладеними легкими і середніми суглинками, які формують днища балок і ярів. Їхня товщина варіюється від кількох до 10–12 м і характеризується неоднорідністю: верхні шари більш гумусні і пористі, нижні - щільніші і піщані.

На поверхні четвертинних відкладень розташований сучасний елювіальний шар ґрунтово-рослинного покриву товщиною від 0,1 до 1 м. Відповідно до геологічної будови в районі виділяють такі водоносні горизонти:

Глибші водоносні горизонти практичного значення не мають і не описуються. Перший водоносний горизонт поширений на вододілах і їх схилах, складається з лесовидних легких, середніх і важких суглинків, товщина яких змінюється від 0,5 до 8 м. В основі розрізу лежать пліоцен-нижньочетвертинні червоно-бурі глини, які утворюють перший водоупор від поверхні.

Фільтраційні властивості цього водоупору характеризуються середнім коефіцієнтом фільтрації 5×10^{-5} м/добу. Статичні рівні води у відкладеннях встановлюються на глибинах від декількох сантиметрів до 20 м. «Водонасиченість суглинків нерівномірна і залежить від товщини водонасиченого шару» [40]. Зокрема водопроникність, що характеризується

коефіцієнтом фільтрації «для легких суглинків становлять 0,7 м/добу, для середніх - 0,5 м/добу, для важких - 0,1 м/добу» [40].

Хімічний склад підземних вод різноманітний, переважають сульфатно-кальцієво-магнієві води з мінералізацією 2–4 г/л. Водонесний горизонт поповнюється переважно за рахунок інфільтрації атмосферних опадів, площа живлення збігається з розповсюдженням лесової товщі. Вода розвантажується у балках та через водотривкі шари у нижчі горизонти. Коливання рівня води може досягати 1 м.

Мінералізація вод варіює від 0,3 до 1,7 г/л. Основне живлення першого водонесного горизонту відбувається за рахунок атмосферних опадів, незначна частина - за рахунок підтоку з глибших горизонтів палеогенового віку. Вода використовується населенням для господарсько-питного водопостачання через свердловини.

Відтік води з водонесного горизонту відбувається в долинах річок і балках у вигляді джерел. Корозійна активність ґрунтів щодо свинцевих і алюмінієвих оболонок кабелів оцінюється як середня, що слід враховувати при проектуванні і експлуатації інженерних мереж.

Отже, геологічні та гідрогеологічні умови Харківської області характеризуються різноманітністю порід і відкладень, що впливає на будівельні умови, експлуатацію інфраструктури та водопостачання населення.

1.3 Рельєф та геоморфологія

Поверхня Харківської області представлена хвилястою рівниною з відмітками висот 100 ÷ 200 м над рівнем моря, яка поступово знижується у південно-східному напрямі. Ця рівнина має пологохвилястий характер і розчленована численними долинами річок, таких як Сіверський Донець, Уди, Лопань, Харків, а також їхніми притоками. У північній та центральній частинах області зустрічаються яри та балки, які утворюють складну геоморфологічну структуру. Найбільш виражене розчленування рельєфу

спостерігається в долині Сіверського Дінця, де перепади висот можуть досягати десятків метрів.

Загалом, рельєф території, де проходять існуючі траси водоводів, є спокійним, з невеликими перепадами висот. Однак у місцях підключення сіл на схилах річки Дніпро рельєф набуває яружного типу, що характеризується істотними перепадами відміток поверхні землі. Це може ускладнювати будівельні роботи та проектування інфраструктури, оскільки потребує додаткових заходів для стабілізації схилів і забезпечення безпеки.

Таким чином, рельєф Харківської області є важливим фактором, що впливає на планування та реалізацію будівельних проектів, а також на організацію водопостачання та інших інженерних мереж.

Територія проектованої зрошуваної ділянки Харківської області розташована в межах підзони південного степу Азово-Причорноморської ґрунтової провінції. Ґрунтоутворюючі породи представлені лесовидними відкладеннями легко глинистого механічного складу. Ґрунтовий покрив в основному складається з чорноземів звичайних середньо гумусних та їх слабо змитих різновидів, рис.1.2 .



Рисунок 1.2 – Ґрунти Харківської області

Ґрунти ділянки за рівнем потенційної родючості, ступеня придатності під районовані культури зони, а також потреби в меліоративних заходах представлені однією групою. Для цієї групи (чорноземи звичайні)

рекомендується промивний режим зрошення на тлі високого рівня агротехніки. Внесення підвищених доз органічних і мінеральних добрив, а також оранка з ґрунтопоглибленням (1 раз у 3 роки) є важливими агрономічними заходами. Застосування дощувальної техніки з малою інтенсивністю дощу також є рекомендованим.

Ґрунти в межах траси будівництва характеризуються як сухі, з I типом просадності. За трудністю розробки землерийними механізмами (одноковшевим екскаватором) ґрунти відносяться до I групи для ґрунтово-рослинного шару та пластичних суглинків, а тверді і напівтверді суглинки – до II групи. Нормативна глибина сезонного промерзання ґрунтів складає 0,9 м.

Ґрунтові води залягають на глибині від 1,2 м у знижених місцях до 30 м і більше на вододілах. У балках ґрунтові води часто виходять на поверхню. Ґрунтоутворюючими породами є еолово-делювіальні суглинки, переважно важко суглинкового та легкосуглинкового складу, які характеризуються доброю потужністю [20].

Згідно з даними Полупана, генетичний горизонт Н (0-40 см) є гумусовим, темносірим, свіжим, легкосуглинковим, дрібно-грудковатим, розпушеним, переритим черв'яками і комахами, пронизаним корінням рослин. Перехід цього горизонту є поступовим. Генетичний горизонт Нр (41-60 см) – верхній перехідний, темно-сірий з бліднуватим відтінком, свіжий, легкосуглинковий, грудкуватозернистий, пористий, з наявністю кротовин. Генетичний горизонт Phk (61-80 см) – нижній перехідний, темно-бурий, свіжий, легкосуглинковий, грудкуватий, ущільнений, з наявністю грудок, з глибини 64 см карбонатний. Генетичний горизонт Рк (83-170 см) і глибше – лес палевий, свіжий, у верхній частині слабо і нерівномірно гумусовий, легкосуглинковий, щільний, пористий, з глибини 90-130 см зустрічається пухка Білозіра.

Порівняння фізико-хімічних показників незрошуваних і зрошуваних аналогів чорноземів показує, що зрошувані ділянки відрізняються більш вузьким співвідношенням поглинаючих основ. Наприклад, на зрошуваних

ділянках співвідношення кальцію і магнію складає 1:3, тоді як на незрошуваних – 5:1, а іноді і 10:1. Дещо підвищений склад поглиненого натрію (0,4-0,6 мг-екв/100 грам ґрунту) на зрошуваних чорноземах пов'язаний з недостатньо задовільною якістю поливних вод в окремі роки по відношенню до одно і двовалентних катіонів. Це може призводити до певних проблем з родючістю ґрунтів, оскільки підвищений вміст натрію може негативно впливати на структуру ґрунту, знижуючи його водопроникність і аерацію.

Для аналізу морфометричних характеристик території побудовано карту горизонталей (рис.1.2), яка відображає просторовий розподіл абсолютних висот у межах басейну річки Великий Бурлук. Висоти змінюються в межах від 150 до 220 м над рівнем моря.

Найбільш розчленований рельєф спостерігається в центральній частині водозбору, де густо розташовані ізогіпси свідчать про круті схили та активне формування яружно-балкових систем. У південних та пригирлових частинах рельєф більш вирівняний, що зумовлює зменшення ухилу та переважання акумулятивних процесів.

Отримані дані є базою для оцінки ерозійної небезпеки, аналізу напрямів стоку та планування природооблаштувальних заходів у басейні.

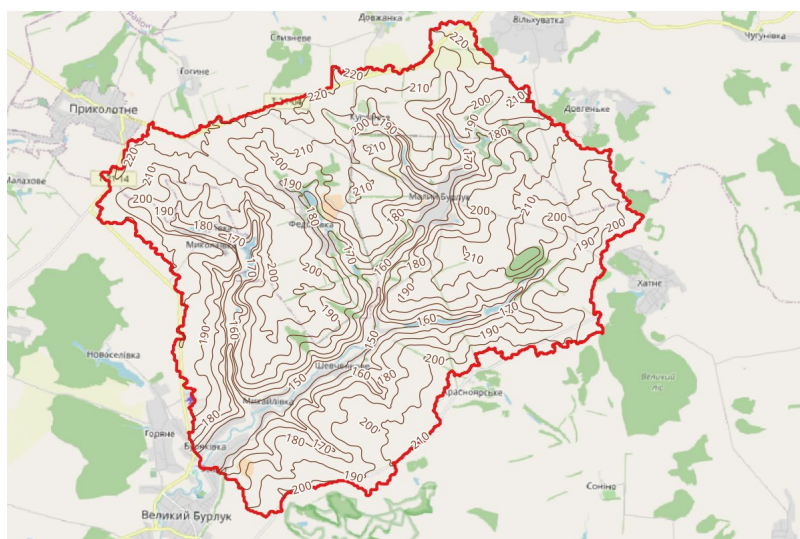


Рисунок 1.3 – . Карта горизонталей рельєфу басейну річки Великий Бурлук

2. ПРИНЦИПИ ПРИРОДООБЛАШТУВАННЯ БАСЕЙНОВИХ ГЕОСИСТЕМ

2.1 Світовий досвід природооблаштування басейнів та ревіталізації малих річок

Світова практика у сфері впорядкування басейнових геосистем показує, що для відновлення екосистем річкових долин необхідний всебічний підхід. Головним завданням таких заходів є підтримка природного балансу, запобігання руйнуванню ландшафтів та відновлення екологічних функцій річок.

Одним із важливих методів є ренатуралізація, яка полягає у поверненні річкам їх природного русла, усуненні штучних перешкод і зменшенні випрямлення течії. У Європі, зокрема в Нідерландах, широко впроваджується концепція «Room for the River», що передбачає розширення заплави і створення додаткових водних резервуарів для зниження ризику повеней.

Ще одним значущим напрямком є ревіталізація малих річок, яка включає очищення водойм від осади і забруднень, формування буферних зон з природною рослинністю та відновлення водно-болотних угідь. У Німеччині та Франції активно реалізуються проекти з відновлення природного водного стоку та озеленення берегів річок.

Крім того, застосовується інтегроване управління водними ресурсами (IWRM), що поєднує екологічні заходи з економічними інтересами місцевих громад. У США та Канаді діють програми екологічної реставрації річкових басейнів, які передбачають активну участь населення у процесах управління водними ресурсами.

Отже, світовий досвід свідчить, що успішне природооблаштування басейнових геосистем можливе лише за умови комплексного підходу, що об'єднує наукові дослідження, заходи з охорони природи та врахування соціально-економічних аспектів [5].

Відновлення басейну річки Кламат (США): гідроінженерний та екологічний підхід

Басейн річки Кламат, що охоплює понад 39 000 км², є складною гідрологічною системою з високою залежністю від сезонного стоку та танення снігів. Зведення чотирьох дамб в XX столітті (Iron Gate, Copco 1, Copco 2, J.C. Boyle) здійснювалося без рибопропускних споруд і не враховувало сучасні екологічні норми. Дамби затримували осад, змінювали температуру та швидкість води, що призводило до евтрофікації, порушення гідроморфології та руйнування природного режиму паводків.

Гідроінженери розробили унікальну стратегію демонтажу дамб, яка включала:

- гідравлічне моделювання сценаріїв розмиву та контролю ерозії,
- розрахунок пропускної здатності річки після знесення гідроспоруд,
- укріплення нестабільних берегів біоінженерними методами (геотекстиль, засівання автохтонних рослин),
- кероване зниження рівня водосховищ перед знесенням, щоб уникнути селів.

Після демонтажу дамб у басейні Кламат спостерігаються істотні позитивні зміни як у гідрологічному, так і в екологічному балансі водотоку:

Відновлення гідрологічного режиму: річка повернулася до природної течії з характерними сезонними коливаннями витрати води, що забезпечує живлення заплав, підтримання динаміки наносів і ерозії, а також стимулює самовідновлення русла.

Зменшення температури води: зникнення водосховищ, які нагрівались на сонці, призвело до зниження середньорічної температури води, що критично важливо для лососевих риб, які є холодоводними.

Поліпшення якості води: обмеження застійних зон сприяло підвищенню рівня розчиненого кисню, зменшенню концентрації фосфатів та пригніченню розвитку ціанобактерій.

Міграція риб: вже через кілька місяців після демонтажу дамб було зафіксовано повернення лососевих на нерест до ділянок, недоступних понад 100 років.

Регенерація берегової рослинності: активізувалися природні механізми самозаростання, що укріплює береги, зменшує ерозію та створює мікробіотопи для численних видів [10; 11].



Рисунок 2.1 – Стан річки Кламат до демонтажу дамби



Рисунок 2.2 – Стан річки Кламат після демонтажу дамби

Інтегрована ревіталізація долини річки Скавінка (Польща)

Скавінка — мала урбанізована річка в межах міста Скавіна, яка раніше була об'єктом класичної каналізації: русло випрямлене, укріплене бетонними плитами, заплавна зона знищена. Таке рішення було характерне для інженерії середини XX століття, але не відповідало сучасним стандартам сталого водокористування.

Проект ревіталізації передбачав відновлення природної меандрованої структури річки. За допомогою гідромодельовання було змінено ухили берегів, створено низькі тераси та обводнені заплави, які виконують роль паводкових буферів. Відмовилися від жорстких конструкцій, застосувавши м'які гідротехнічні заходи — живі габіони, гнучке укріплення, щілинні дамби для сповільнення потоку.

Також впроваджено систему затримання дощових вод у верхів'ях басейну, що включає зелені дахи, резервуари та перехоплювачі стоку. Це зменшило пікове навантаження на річку під час опадів.

Внаслідок повернення природної морфології річка знову стала біотопом для ряду видів земноводних (зокрема, ропухи звичайної та тритона гребінчастого), а також водяних рослин і очерету. Була висаджена буферна прибережна смуга з місцевих видів — вільхи, ліщини, очерету — яка виконує функцію фітофільтрації та зменшує надходження біогенів у воду.

Екосистемна послуга ревіталізованої річки також полягає у зниженні температури міського повітря, поліпшенні якості життя мешканців, а нові пішохідні маршрути та інформаційні стенди сприяють розвитку екопросвіти [12].

2.2 Геоекологічні принципи природооблаштування басейнових геосистем

Басейнові геосистеми — це природно-територіальні комплекси, формування і функціонування яких визначається гідрологічною єдністю

певного водозбірною басейну. Вони включають в себе всі компоненти природного середовища: рельєф, ґрунти, води, рослинність, тваринний світ, а також антропогенні об'єкти, що розміщуються в межах басейну.

Природооблаштування — це комплекс заходів щодо раціонального використання і охорони природних ресурсів з метою забезпечення сталого розвитку. У випадку басейнового підходу, об'єктом природооблаштування виступає вся система водозбору, яка розглядається як єдиний функціональний об'єкт управління. Такий підхід дає змогу враховувати цілісність природних процесів та забезпечити комплексний підхід до господарської діяльності.

Геоєкологія як інтегративна наука поєднує географічні, екологічні, геологічні, гідрологічні, ґрунтові та соціально-економічні аспекти у вивченні взаємодії природи та суспільства. Її принципи є фундаментом ефективного природооблаштування, особливо в умовах зростаючого тиску на довкілля.

Принцип цілісності — передбачає розгляд басейну як єдиної системи з тісними взаємозв'язками між природними компонентами.

Принцип комплексності — враховуються всі складові природного середовища: водні ресурси, ґрунти, лісові масиви, біорізноманіття тощо.

Принцип ландшафтної диференціації — дозволяє враховувати відмінності між верхньою, середньою та нижньою частинами басейну при плануванні заходів.

Принцип екологічної доцільності — базується на необхідності узгодження господарської діяльності з екологічними можливостями території.

Принцип збалансованості природокористування — передбачає регулювання навантаження на довкілля відповідно до його стійкості.

Принцип пріоритетності охорони природних процесів — екосистеми повинні функціонувати в межах природного режиму з мінімальним втручанням людини.

Реалізація згаданих принципів передбачає впровадження ряду практичних заходів, які охоплюють:

Басейнове управління водними ресурсами - створення схем комплексного використання та охорони вод, встановлення водоохоронних зон, зменшення забруднення джерел стоку, запобігання ерозії.

Контроль ерозійних процесів - включає терасування, лісонасадження, регулювання сільськогосподарської діяльності на схилах, меліоративні заходи.

Раціональне використання ґрунтових ресурсів - впровадження сівозмін, органічного землеробства, мінімізація механічного обробітку, збереження гумусного шару.

Збереження біорізноманіття - охорона заплавних лук, болотних систем, збереження рідкісних видів та природних середовищ існування.

Екологічне зонування басейну - поділ території на зони: охоронні, рекреаційні, господарського використання, резервні території тощо.

Моніторинг та оцінка стану геосистеми - постійне спостереження за станом вод, ґрунтів, рослинності, рівнем забруднення та деградації, використання ПС-технологій для аналізу даних.

Геоекологічні принципи природооблаштування забезпечують екологічну стабільність басейнових систем, їхню здатність до саморегуляції та адаптації до антропогенних змін. Басейновий підхід стає ключовим інструментом у реалізації цілей сталого розвитку, зокрема таких, як:

- забезпечення доступу до чистої води;

- охорона наземних екосистем;

- адаптація до змін клімату;

- збереження екосистемних послуг;

- сталий розвиток сільських територій.

Завдяки поєднанню природничих наук, інженерії та управління, геоекологічне природооблаштування дозволяє оптимізувати використання ресурсів без поглиблення екологічних криз.

2.3 Обґрунтування необхідності природооблаштування басейну річки Великий Бурлук

Басейн річки Великий Бурлук (рис.2.3) нині перебуває в зоні активних бойових дій між Росією та Україною, що значно ускладнює екологічну ситуацію в регіоні. Військові конфлікти спричиняють забруднення водних ресурсів і ґрунтів, руйнування природних екосистем, пошкодження гідротехнічних споруд та зміну гідрологічного режиму. Основні екологічні проблеми басейну включають:

Забруднення води та ґрунтів нафтопродуктами, важкими металами, боєприпасами та іншими токсичними речовинами.

Руйнування природних ландшафтів, посилення ерозійних процесів через артилерійські обстріли, мінування територій і порушення ґрунтового покриву.

Зниження рівня ґрунтових вод і порушення водного балансу внаслідок знищення захисних лісових смуг та порушення дренажних систем.

У сучасних умовах першочерговими заходами для збереження басейну є:

Проведення екологічного моніторингу для визначення ступеня забруднення води, повітря та ґрунтів.

Застосування методів очищення територій після завершення бойових дій, зокрема рекультивації земель, біоремедіації та відновлення природних ландшафтів.

Відновлення гідротехнічних споруд і забезпечення водою населених пунктів, які постраждали внаслідок руйнувань.

Організація природоохоронних заходів із залученням міжнародних екологічних організацій для мінімізації наслідків війни.

Враховуючи критичний екологічний стан регіону, природооблаштування басейну річки Великий Бурлук вимагатиме комплексного відновлення після завершення бойових дій. Впровадження цих

заходів сприятиме поступовому відновленню водних ресурсів, покращенню екологічної ситуації та створенню умов для сталого розвитку регіону [7]



Рисунок 2.3 – Басейн Річки Великий Бурлук

3. ОЦІНКА СТАНУ РІЧКИ ВЕЛИКИЙ БУРЛУК ТА ЇЇ БАСЕЙНУ

3.1 Загальні відомості про р. Великий Бурлук та її басейн

Річка Великий Бурлук розташована на території Харківської області України та є правою притокою річки Сіверський Донець. Довжина річки становить близько 95 км, площа басейну складає приблизно 1160 км² (рис.3.1). Рельєф басейну представлений здебільшого слабохвилястими рівнинами, розчленованими балковою мережею, з помірним ухилом території.

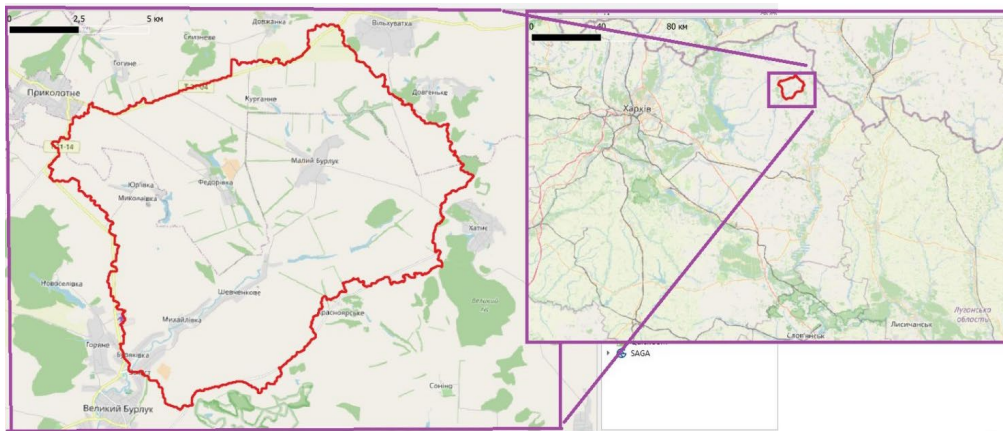


Рисунок.3.1 – Карта меж басейнової геосистеми річки Великий Бурлук у межах Харківської області

Клімат регіону помірно континентальний, з теплим літом і відносно м'якою зимою. Середньорічна кількість опадів становить близько 450–600 мм. Опади мають нерівномірний розподіл протягом року, що зумовлює різкі сезонні коливання водності річки.

Басейн охоплює сільськогосподарські землі, природні степові ділянки, заплавні луки та окремі лісові масиви. Однак інтенсивне господарське використання території призвело до суттєвого скорочення площі природної рослинності та зростання ерозійних процесів. Просторовий розподіл природно-заповідних територій у межах басейну, які представлені локальними заказниками та охоронними зонами, подано на рисунку 3.2.

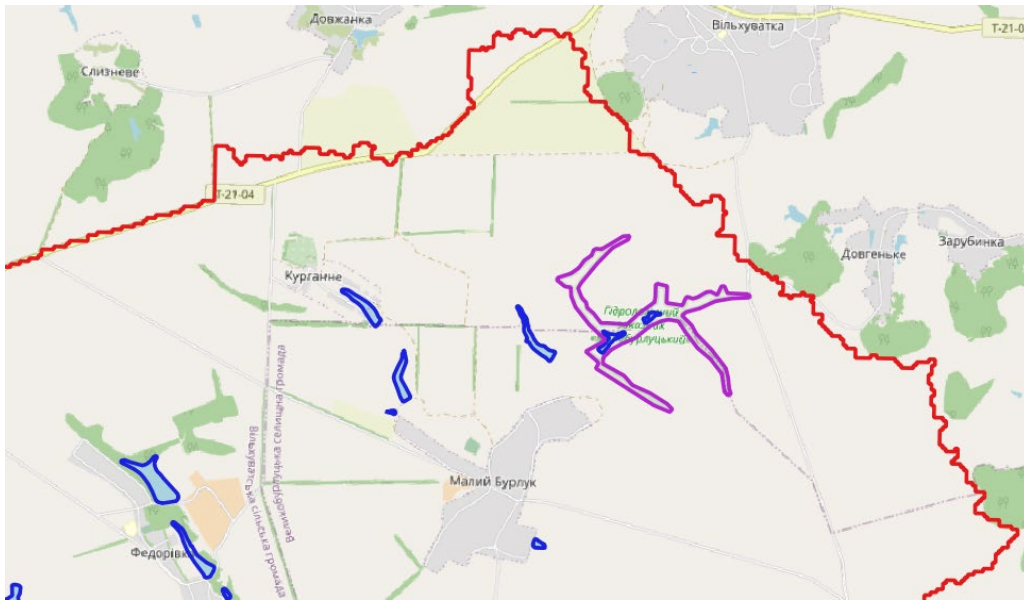


Рисунок 3.2 – Природно-заповідні території

Екологічний стан басейну визначається поєднанням природних факторів та значного антропогенного навантаження, що вимагає розробки спеціальних заходів щодо збереження та відновлення річкової екосистеми.[8]

3.2 Гідрологічна та гідроморфологічна характеристика річки

Річка Великий Бурлук належить до малих річок басейну Сіверського Дінця. Вона характеризується нестабільною водністю, що залежить переважно від весняного танення снігу та опадів у літньо-осінній період. Основна частина річкового стоку формується у весняний період, що складає близько 70% річного об'єму.

Гідрографічна мережа басейну представлена системою приток, серед яких найбільшими є малі струмки та балки, що мають епізодичний водотік. Влітку часто спостерігаються пересихання окремих ділянок русла через зменшення опадів і підвищення температури повітря.

Гідроморфологічно річка має характер широкої долини з пологими схилами, які в окремих місцях переходять у яружно-балкові форми. Русло у середній та нижній течії помірно меандрує, є ділянки з розгалуженням. Береги

у більшості випадків слабо укріплені, спостерігається їх розмивання, особливо в місцях випасу худоби та розорювання прибережних територій.

Глибина річки змінюється залежно від пори року та конкретної ділянки, в середньому становить 0,7–1,5 м. Ширина русла варіюється від 5 до 20 м. Швидкість течії невисока — 0,2–0,4 м/с. У посушливі роки можливе пересихання окремих ділянок русла, що негативно впливає на гідробіоту та якість води.

Наявність невеликих штучних водойм та ставків у межах басейну частково регулює стік, однак погіршує гідрологічний режим через порушення природної динаміки водообміну. [8]

Аналіз морфометричної будови басейну річки Великий Бурлук здійснено на основі цифрової моделі рельєфу (ЦМР), що дозволило побудувати карту похилів поверхні (рис. X). Похил є одним із найважливіших морфометричних показників, який визначає інтенсивність поверхневого стоку, швидкість водних потоків та рівень ерозійних процесів.

У межах басейну спостерігається значна диференціація похилів: найвищі значення (до 11,2%) приурочені до верхів'їв водозбору, схилів балок і ярів, тоді як у заплавлених ділянках та центральній частині басейну переважають низькі значення ухилу (до 1–2%). Така конфігурація обумовлює переважання акумулятивних процесів у долинах та підвищену ерозійну активність на схилах.

Карти похилів поверхні є надзвичайно важливими для прийняття рішень щодо заходів із ревіталізації річки та оптимізації землекористування. Зокрема, ділянки з високими ухилами потребують обмеження антропогенного навантаження та впровадження протиерозійних заходів.

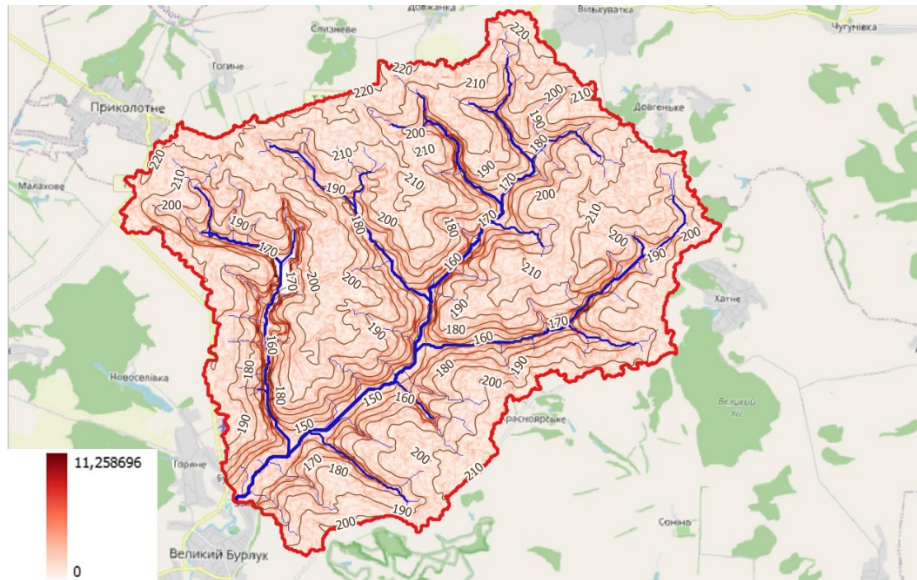


Рисунок 3.3 – Карта похилів поверхні басейну річки Великий Бурлук

Для детального аналізу морфометричних параметрів рельєфу було виконано підрахунок загальної довжини горизонталей (ізогіпс), що проходять через територію басейну річки Великий Бурлук. Отримані значення наведено в таблиці 3.1 нижче.

Таблиця 3.1. Довжина горизонталей (ізогіпс) у межах басейну р. Великий Бурлук

№ пп	Горизонталь	Довжина,м
1	150	59404
2	160	94133
3	170	140647
4	180	184383
5	190	278036
6	200	290901
7	210	221035
8	220	53744
Всього		1322283

Найбільша довжина горизонталей припадає на абсолютні висоти 190–200 м, що свідчить про переважання даного висотного поясу на території водозбору. Це підтверджує загалом помірно-хвилястий характер рельєфу з висотами середнього рівня. Водночас відносно незначні довжини

горизонталей на рівнях 150 м і 220 м вказують на обмеженість крайніх (найнижчих і найвищих) висот.

Загальна довжина горизонталей у межах басейну становить 1322,3 км, що дозволяє охарактеризувати територію як розчленовану і рельєфно активну, особливо у центральній частині.

Для подальшого аналізу гідрогеологічних особливостей басейну, а також з метою оцінки умов формування максимального стоку було визначено середній похил водозбору. Розрахунок похилу виконувався з урахуванням конфігурації водозбору та розподілу висот для встановлення особливостей стікання поверхневих вод. Визначення похилу є необхідним етапом, оскільки він безпосередньо впливає на швидкість формування та обсяг максимального стоку під час інтенсивних злив або весняного водопілля.

З метою подальшого гідрологічного аналізу в таблиці 3.2 наведено гідрологічні характеристики витрат води у створі річки Великий Бурлук. Розрахунок виконано відповідно до вимог нормативного документа для випадку відсутності спостережних даних [ДБН В.2.4-8:2014].

Таблиця 3.2. Гідрологічні характеристики річного стоку у розрахунковому створі р. Великий Бурлук

Р	Модульний коеф	Об'єм стоку за рік, тис.	Середня річна витрата
1%	2,51	20,37	0,647
5%	1,94	15,75	0,499
10%	1,67	13,56	0,430
25%	1,28	10,39	0,329
42%	1	8,12	0,257
50%	0,918	7,45	0,236
75%	0,634	5,15	0,163
90%	0,436	3,54	0,112
95%	0,342	2,78	0,088
99%	0,206	1,67	0,053

Для наочного відображення ймовірнісного розподілу витрат води та оцінки їх забезпеченості побудовано графік залежності модульного коефіцієнта витрат від ймовірності забезпеченості (рис.3.4); залежність річного об'єму стоку від імовірності забезпеченості у басейні річки Великий Бурлук (рис.3.5); залежність середньої річної витрати води від імовірності забезпеченості у басейні річки Великий Бурлук (рис.3.6).

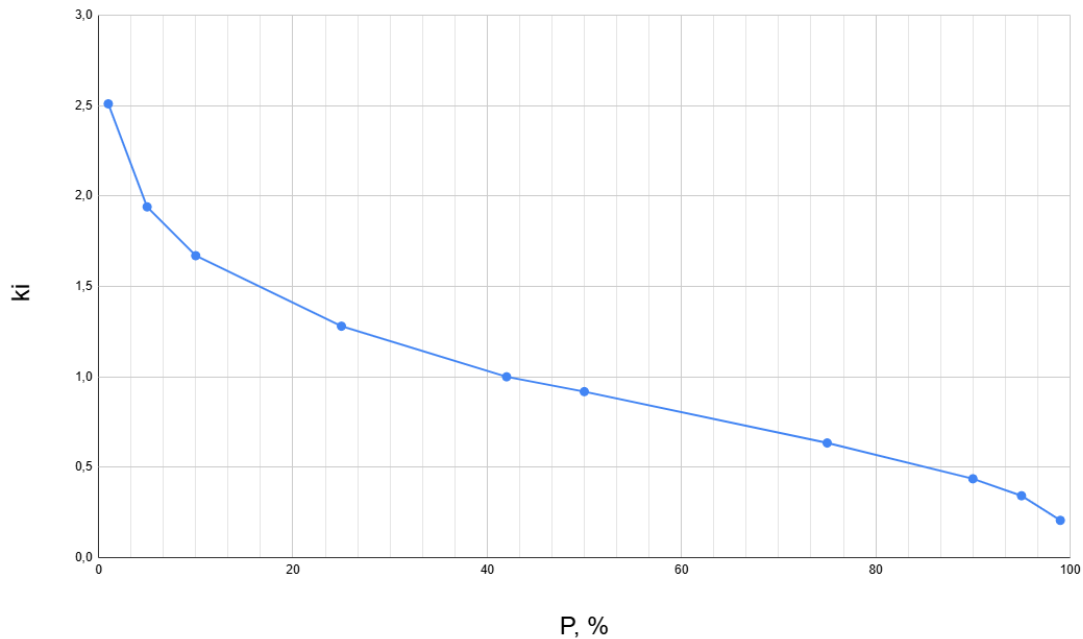


Рисунок 3.4 - Значення модульного коефіцієнта витрат води від ймовірності забезпеченості для басейну річки Великий Бурлук

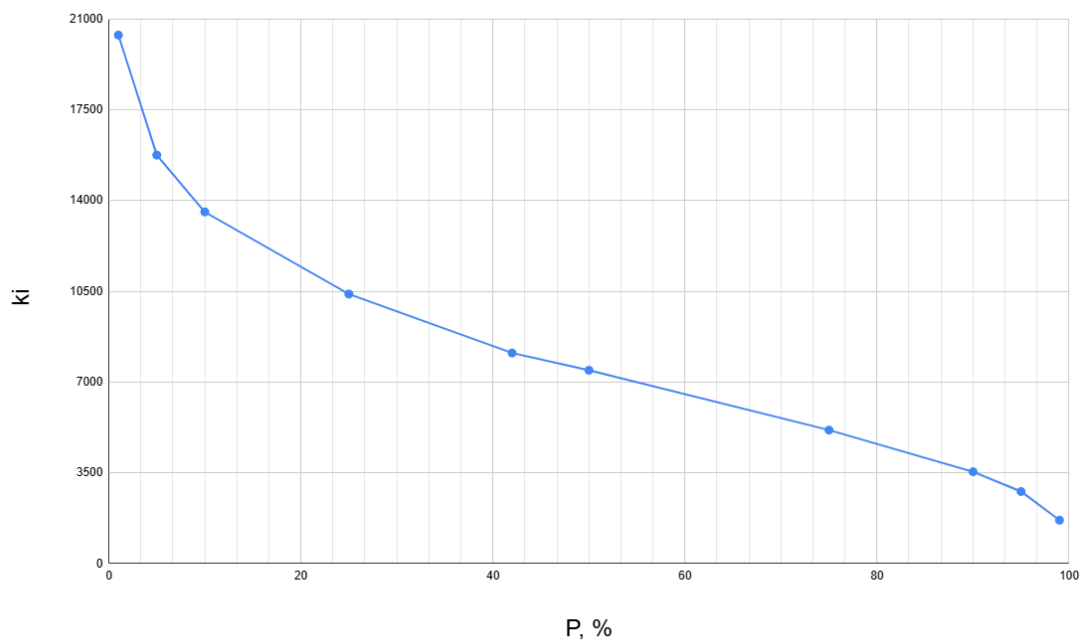


Рисунок 3.5 - Значення річного об'єму стоку від імовірності забезпеченості у басейні річки Великий Бурлук

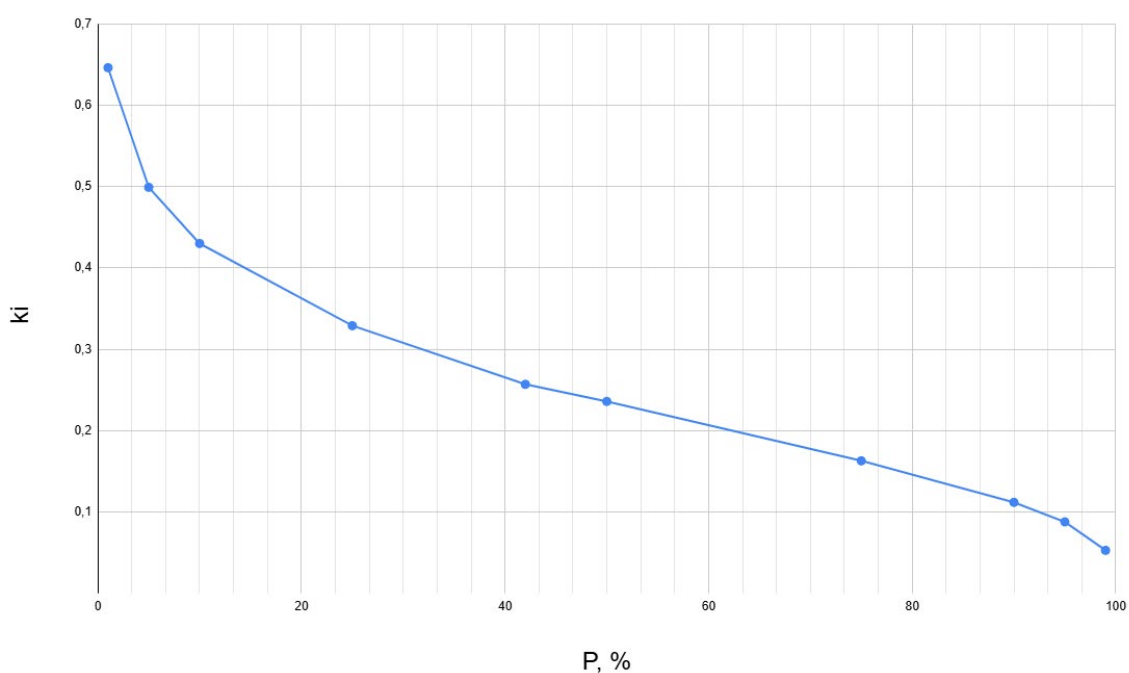


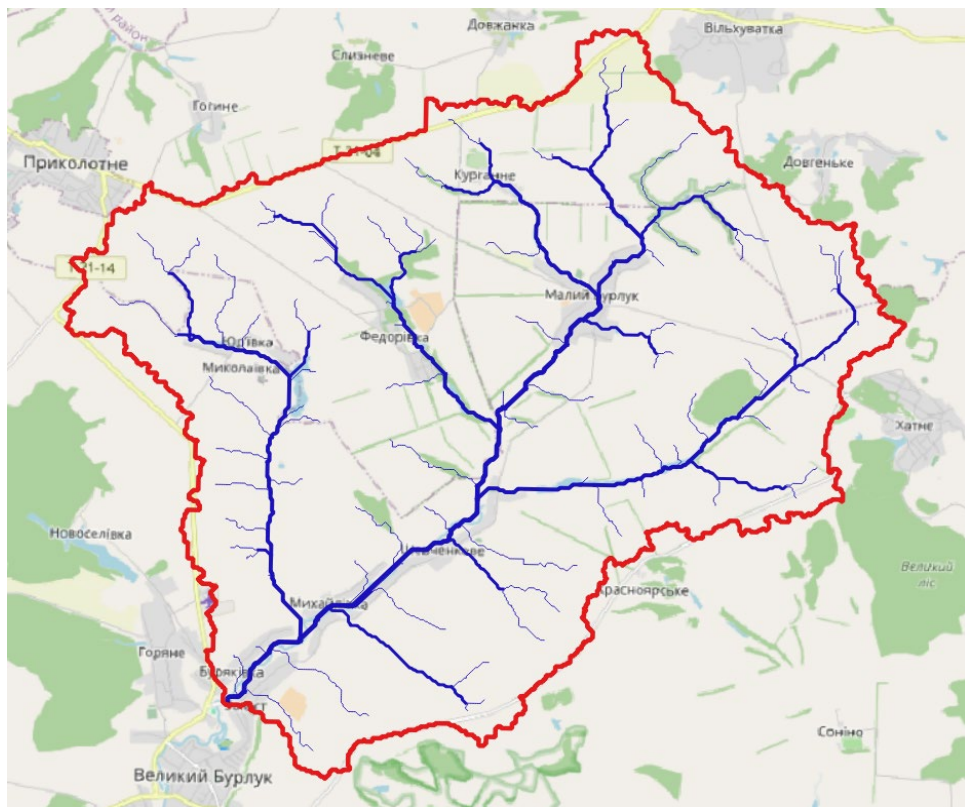
Рисунок 3.6 - Значення середньої річної витрати води від імовірності забезпеченості у басейні річки Великий Бурлук

Рисунок 3.7 відображає просторову структуру гідрографічної мережі басейну річки Великий Бурлук, яка складається з основного русла річки та її

численних приток, що формують розгалужену дендричну систему. Основна річка простягається із заходу на схід, охоплюючи різнохарактерні ділянки водозбору.

Мережа приток, зокрема лівобережних і правобережних, відіграє важливу роль у поверхневому стоку, формуючи загальний гідрологічний режим річки. Щільність гідрографічної сітки свідчить про активну ерозійну діяльність на певних ділянках та нерівномірне зволоження території. Найбільше розгалуження спостерігається в центральній частині басейну, що збігається з найбільш розчленованою частиною рельєфу.

Представлена схема дозволяє візуально оцінити взаємозв'язок між формою водозбору, рельєфом місцевості та напрямками стоку, що є основою для подальшого моделювання водного балансу та природооблаштування території.



Рисцнок 3.7 - Гідрографічна мережа водозбору р. Великий Бурлук

У результаті проведеної оцінки сучасного стану річки Великий Бурлук та її басейну встановлено, що територія водозбору характеризується помірно-хвилястим рельєфом із переважанням висот у межах 190–200 м, що впливає на формування гідрографічної мережі та гідрологічного режиму річки. Аналіз геоморфологічних та гідрологічних особливостей дозволив виявити достатньо розвинену, але нерівномірну гідрографічну мережу із підвищеною ерозійною активністю в центральній частині басейну.

Гідрологічні характеристики річки свідчать про значну міжрічну мінливість витрат води та наявність потенційних ризиків дефіциту водних ресурсів у маловодні роки. Встановлено вплив антропогенної діяльності на водозбір, зокрема сільськогосподарське освоєння території, що супроводжується деградацією природного дренажу, замуленням та забрудненням водотоків.

Таким чином, отримані дані підтверджують необхідність розробки та впровадження природооблаштувальних заходів, спрямованих на поліпшення гідрологічного стану басейну, збереження водних ресурсів та відновлення екосистем річки Великий Бурлук.

3.3 Антропогенна діяльність та сучасний стан водозбору річки

Басейн річки Великий Бурлук активно використовується у сільському господарстві. Значна частина території зайнята орними землями, на яких вирощуються зернові культури, соняшник, а також проводиться випас худоби. Інтенсивне землеробство призводить до ерозії ґрунтів, забруднення поверхневого стоку пестицидами та добривами, що надходять до річкової мережі.

Водозбір характеризується наявністю значної кількості малих водойм штучного походження, які виконують функції зрошення та водопостачання. Однак недостатній технічний стан деяких із них, а також відсутність

комплексного моніторингу водокористування призводять до погіршення якості води в річці.

До основних екологічних проблем водозбору можна віднести:
забруднення поверхневих вод біогенними речовинами (азотом, фосфором);

- замулення русла через надмірний поверхневий стік;
- деградацію заплавних екосистем через інтенсивне землекористування;
- локальні підтоплення прибережних територій у період паводків.

Стан водозбору вимагає проведення заходів з інтегрованого управління водними ресурсами, спрямованих на зменшення техногенного навантаження, захист берегових зон, оптимізацію землекористування та відновлення природного водного режиму річки Великий Бурлук; рис.3.8.

З метою оцінки стану водних об'єктів басейну річки Великий Бурлук проведено порівняльний аналіз їх площі та морфологічного стану за супутниковими знімками двох різних періодів — 2009 та 2020 років; рис.3.9-3.14. На основі візуалізації спостерігається істотне зменшення водної поверхні, локальні осушення та ознаки руйнування гідротехнічних споруд, що свідчить про деградацію гідрологічного режиму та зниження водоутримувальної здатності екосистем регіону. Вказані процеси зумовлені як природними, так і антропогенними чинниками, серед яких основними є зміна клімату, меліорація та недостатнє управління водними ресурсами.

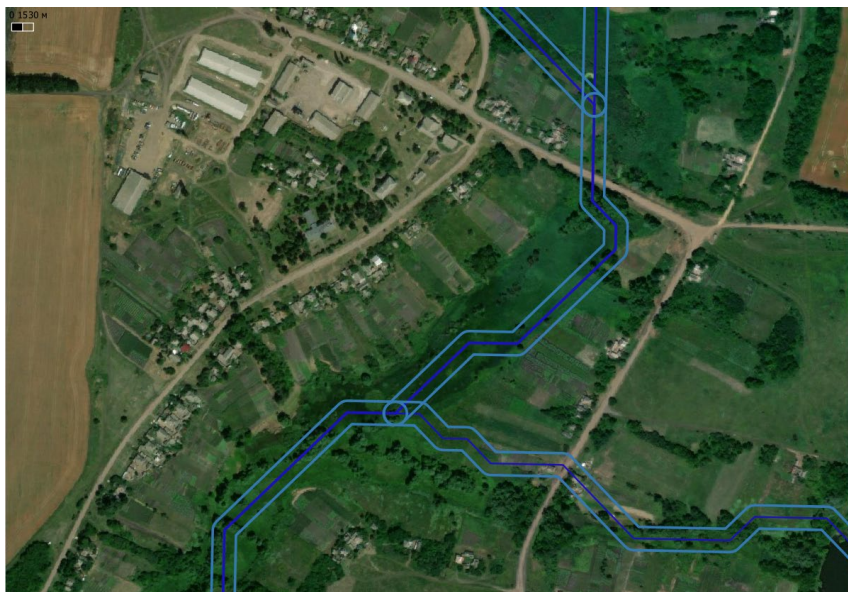


Рисунок 3.8 – Використання земель заплави для сільськогосподарського виробництва



Рисунок 3.9 – Водний об'єкт №1 05.04.2009 р



Рисунок 3.10 – Водний об'єкт №1 04.07.2020 р



Рисунок 3.11 – Водний об'єкт №2 05.04.2009 р



Рисунок 3.12 – Водний об'єкт №2 04.07.2020 р



Рисунок 3.13 – Водний об'єкт №3 05.04.2009 р



Рисунок 3.14 – Водний об'єкт №3 04.07.2020 р

Однак максимальна витрата води весняної повені $Q_{p\%}$ м³/с, розрахована за формулою (3.4) вважається не зовсім точною величиною. Тому всі розрахунки в даному випадку будемо проводити по формулі граничної інтенсивності

$$Q_p = 0,28 \cdot a_m \cdot \varphi \cdot F \cdot \rho \cdot r \cdot \lambda, \quad (3.1)$$

де Q_p – максимальна миттєва витрата (м³/с) ймовірністю перевищення $P\%$;

0,28 – коефіцієнт вимірювання;

a_m – максимальна інтенсивність водовіддачі (мм/год) 1%-вої ймовірності перевищення;

φ – коефіцієнт редукції модуля максимальної витрати;

F – площа водозбору, км²;

ρ – коефіцієнт, що враховує вплив залісеності, заболоченості і неодноразовості віддачі стоку з басейну;

r – коефіцієнт, що враховує вплив системи водосховищ;

λ – коефіцієнт ймовірності перевищення максимальних витрат води.

Складові формули 3.1 пояснені в додатку А.

Максимальна витрата Q_p відповідає ймовірності перевищення $P\%$ і залежить від коефіцієнта λ ; при $\lambda=1$ формула (3.10) визначає максимальну витрату основної 1%-вої ймовірності перевищення.

Максимальна годинна інтенсивність водовіддачі a_m для 1%-вої ймовірності перевищення рекомендується приймати в відповідності з вказівками, які розміщені в [27, табл. 81].

Результати розрахунків, наведені в таблиці 3.3, дозволяють оцінити величину максимальних витрат води під час весняної повені в межах басейну річки Великий Бурлук. Отримані дані слугують основою для аналізу ймовірності забезпеченості цих витрат, що має ключове значення для прогнозування паводкової небезпеки та розробки захисних заходів.

На рис. 3.14 графічно представлено залежність між забезпеченістю та величиною максимальної витрати води, зокрема для значення 65 м³/с, що є типовим для багаторічних максимумів. Цей графік дає змогу візуалізувати частоту можливого перевищення критичних значень витрат під час повені.

Для повнішої оцінки паводкової ситуації також побудовано графік забезпеченості за об'ємом стоку повені, поданий на рис. 3.15. Він дозволяє

врахувати не лише пікові витрати, а й сумарне водонакопичення протягом усього паводкового періоду, що є важливим для визначення навантаження на гідротехнічні споруди та планування водорегулювальних заходів.

У таблиці 3.3 наведені основні параметри паводкової забезпеченості — максимальні витрати та відповідні об'єми стоку для різних рівнів ймовірності перевищення.

Таблиця 3.3 – Основні параметри паводкового стоку для різних рівнів забезпеченості

Параметр	Забезпеченість Р, %					
	0,5	1	3	5	10	25
Витрата	77,2	65	48,7	41,5	30,5	16,2
Об'єм	22,2	18,9	13,8	11,1	7,0	3,0

Ці дані є основою для побудови графіка забезпеченості, який дозволяє оцінити ймовірність виникнення паводків певного масштабу та необхідність застосування заходів щодо зменшення паводкових ризиків.

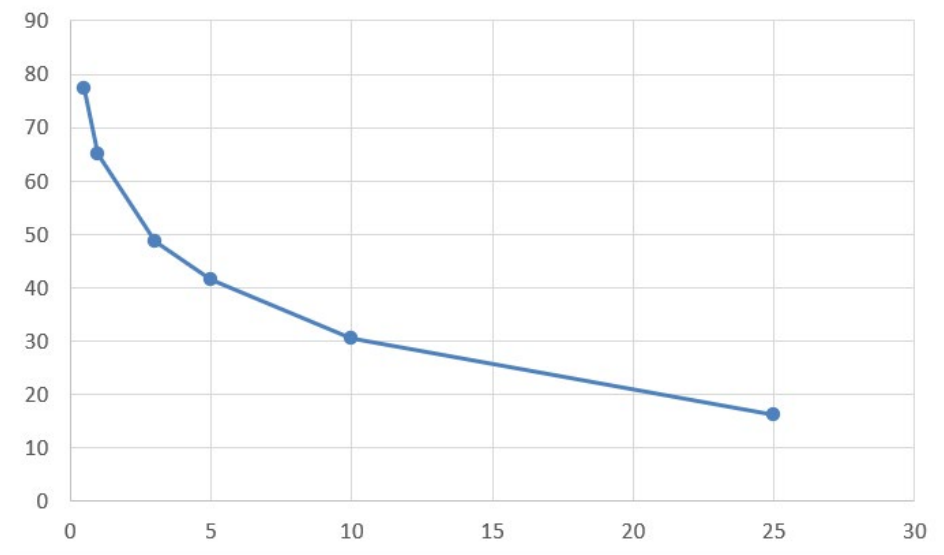


Рисунок 3.14 – Значення максимальної витрати (м³/с) повені (по Y) відповідної забезпеченості (%)

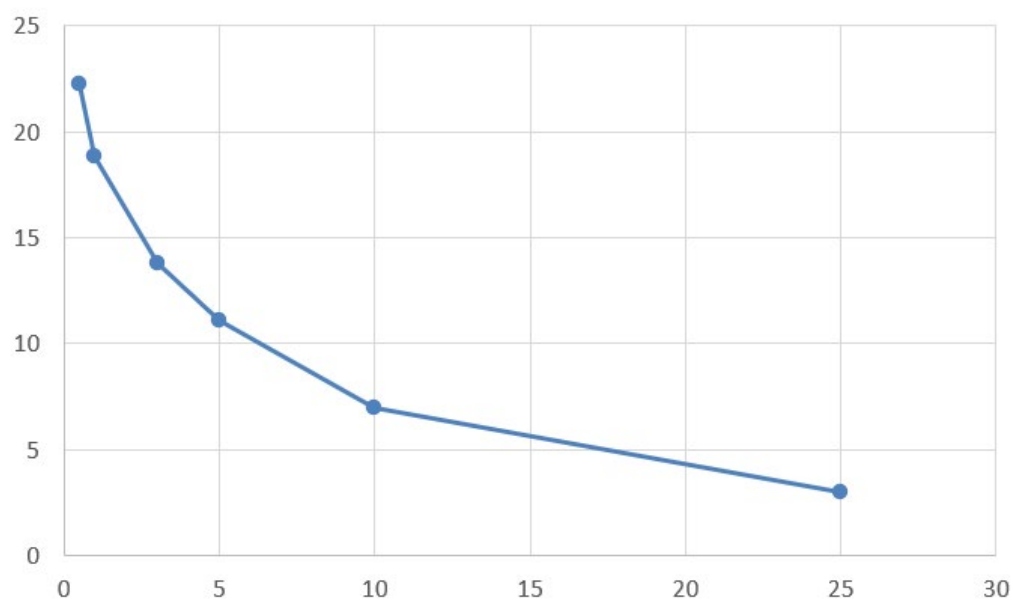


Рисунок 3.15 – Значення максимальної витрати (м³/с) дощового паводку (по Y) відповідної забезпеченості (%)

4 ОБГРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ З ПРИРОДООБЛАШТУВАННЯ ТА РЕВІТАЛІЗАЦІЇ БАСЕЙНОВОЇ ГЕОСИСТЕМИ РІЧКИ

4.1 Формування база даних про стан річки

Для обґрунтування заходів з природооблаштування та ревіталізації басейнкової геосистеми річки Великий Бурлук було використано програму QGIS, (рис.4.1), яка є безкоштовним та відкритим ГІС-засобом з широким функціоналом для роботи з просторовими даними. Основні етапи роботи включали:

- Формування базової картографічної основи;
- Векторизацію природних та антропогенних об'єктів;
- Аналіз просторового розміщення елементів ландшафту;
- Створення тематичних шарів та бази даних об'єктів;
- Проведення просторового аналізу для виявлення проблемних ділянок та формування пропозицій щодо їх ревіталізації.

Для формування картографічної основи були використані карти Генерального штабу, супутникові знімки Google Earth, Esri World Imagery, матеріали дистанційного зондування Землі (Sentinel-2) та відкриті картографічні ресурси OSM. У QGIS було підключено плагін QuickMapServices, за допомогою якого здійснювалося завантаження базових карт. Ці карти слугували орієнтиром для векторизації річкової мережі, водних об'єктів, доріг, населених пунктів, сільськогосподарських угідь тощо.

Для завантаження просторових об'єктів з бази OpenStreetMap було використано інструмент QOSM (QuickOSM), який дозволяє здійснювати запити до бази OSM безпосередньо з середовища QGIS. QOSM забезпечує:

- швидке отримання векторних даних
- фільтрацію об'єктів за тегамі (наприклад, `waterway=river`, `landuse=farmland`);

- збереження отриманих об'єктів у локальній базі для подальшого редагування та аналізу;

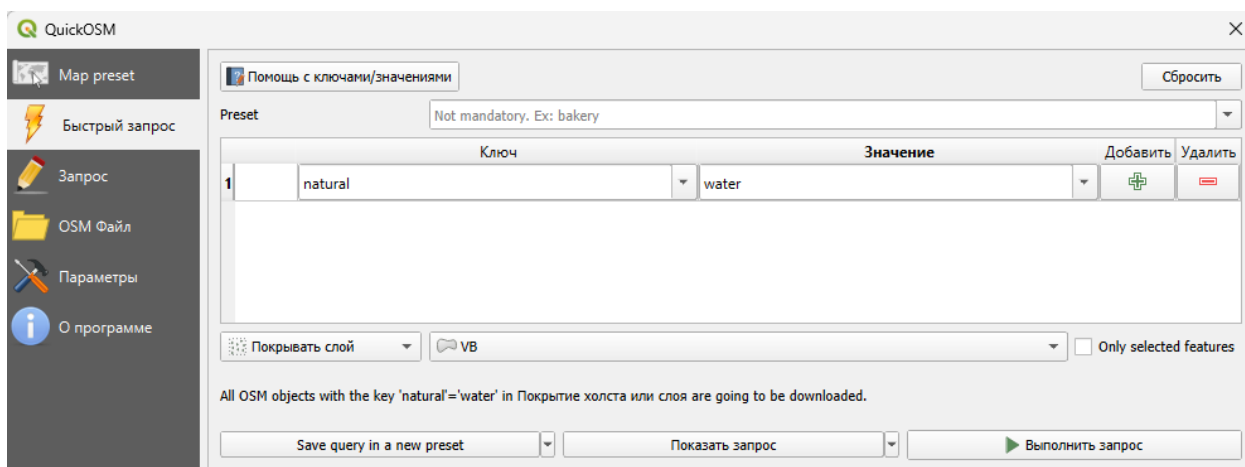


Рисунок 4.1 – Програма QGIS

Моніторинг водних об'єктів показав, що станом на 2024 рік на території дослідження наявні 25 ставків, з них половина має площу менше 1 га. Аналіз площі водного дзеркала за період 2000–2025 рр. показав негативну динаміку: від 0,95 км² за даними OSM (2000), 0,85 км² за знімками Google Earth (2022–2024), до 0,68 км² за індексом WIW на знімках Sentinel-2 (2025). Це свідчить про зменшення площі водних об'єктів на 28% за останні 25 років; рис.4.2.

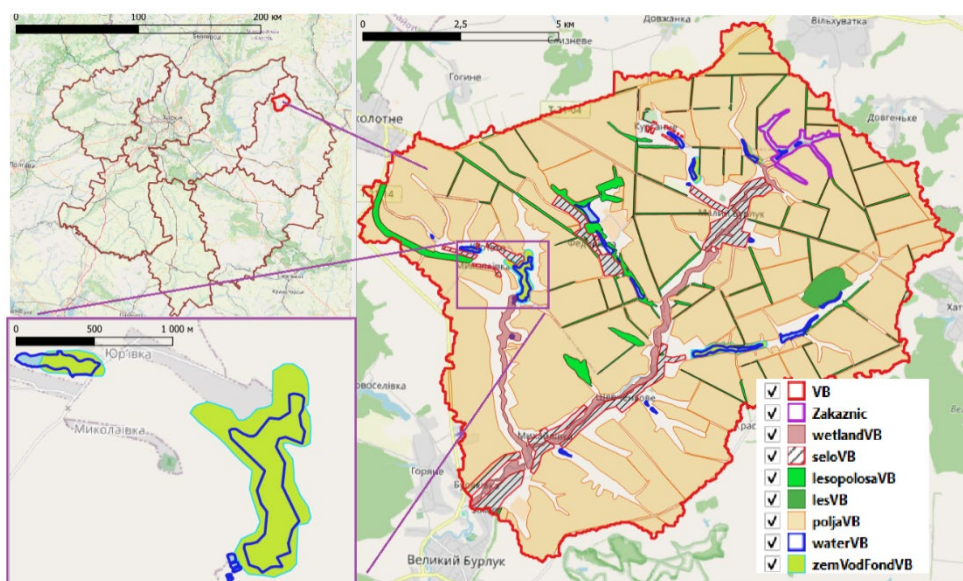


Рисунок 4.2 – Об'єкти землекористування на верхній частині водозбору р. Великий Бурлук

Зміни в гідрологічному режимі підтверджуються науковими публікаціями, зокрема монографіями Вишневецького В.І. і дослідженнями Лук'янця О.І., згідно з якими середня норма стоку в регіоні зменшилася з 2,8–3,1 до 2,0–2,5 л/с·км². Значна частина басейну річки Великий Бурлук має похили понад 3°, на ріллі це становить понад 4% території, що є фактором водної ерозії. Лісистість території надзвичайно низька — лише 0,6%, переважає розораність (74%). Яружно-балочна мережа здебільшого безліса, незакріплена, має активні ерозійні процеси.

На основі створеної бази даних було проведено просторовий аналіз, виявлено найбільш деградовані ділянки та сформовано рекомендації з природооблаштування, які базуються на практиках, викладених у Планах управління річковими басейнами Дніпра (2025–2030), Водній стратегії України до 2050 року та міжнародному досвіді ревіталізації. Зокрема, розроблено пропозиції для покращення структури землекористування: зменшення частки ріллі з 73,6% до 57,6% (–16%), збільшення лісистості до 6% (+5,4%), розширення площ яружно-балкових ландшафтів до 22,5% (+13,5%), а також формування повноцінних земель водного фонду — до 10% (замість 1,3%) та заповідного фонду — до 10% (замість 0,53%).

Під час планування заходів природооблаштування враховувалась складність змін категорії землекористування, оскільки понад 80% території розпайовано і перебуває в приватній власності. Пропозиції включають заліснення яружно-балкових систем, створення прибережних захисних смуг, реконструкцію ставків із природним руслом, обмеження меліорації, зменшення розораності на схилах, повернення деградованих земель у природний стан. Додатково рекомендовано інтегрувати інноваційні рішення, спрямовані на покращення морфологічних характеристик русел та забезпечення неперервності потоку, як, наприклад, в патенті UA 156105 U (Гапіч, Коваленко, 2024).

Таблиця 4.1 – Структура землекористування на верхній частині водозбору р. Великий Бурлук та пропозиція природооблаштування

Тип угідь	Позначення на рис.	Площа за OSM (2000 р.)		Пропозиція природооблаштування	
		км ²	%	%	± % до існуючого
Рілля	 poljaVB	86,1	73,6	57,6	-16
Лісосмуги та гаї	 lesopolosaVB	4,13	3,5	3,5	0
Сільські населені пункти в їх межах	 seloVB	6,69	5,7	6	0,3
Ліс	 lesVB	0,73	0,6	6	+5,4
Водні об'єкти	 waterVB	0,95	0,8	0,6	-0,2
Водно-болотні угіддя	 wetlandVB	2,4	2,1	2,1	0
Яружно-балочна мережа, луки		14,0	12,0	22,5	+13,5
Інші		2,0	1,7	1,7	0
Всього		117,0	100	100	100
<i>З них</i>					
Розпайовані землі		93,83	80,2	?	
Похил більше 3 град. на ріллі		5,03	4,3		
Землі водного фонду	 zemVodFondVB	1,55	1,3	10	+8,7
Землі заповідного фонду	 Zakaznic	0,62	0,53	10	+9,5

Побудова структури землекористування на верхній частині водозбору для басейну річки Великий Бурлук почалася с Ріллі. При первинному аналізі даних із бази OpenStreetMap та супутникових знімків ESRI World Imagery було виявлено, що полігонів, які б достовірно відображали межі сільськогосподарських угідь не існує. Це унеможливило автоматичне використання даних з OSM для побудови аналітичної моделі землекористування.

З огляду на це було прийнято рішення здійснити ручну векторизацію ріллі. Для цього в якості фонові основи було використано детальні

супутникові знімки ESRI World Imagery, які були завантажені в середовище QGIS через плагін QuickMapServices. Зображення надали можливість чітко візуалізувати межі орних полів, які були обведені вручну інструментами редагування векторних шарів у QGIS.

Після створення векторного шару «Рілля» було виконано обрізку шару за межами басейну річки Великий Бурлук. Контур водозбору попередньо був згенерований на основі цифрової моделі рельєфу (ЦМР) у QGIS. Після обрізки даних, у межах басейну було зафіксовано понад 80 окремих полів. Загальна площа векторизованої ріллі після обрізки склала 86,1 км², що становить 73,6% площі верхнього водозбору.

На основі просторового аналізу та з урахуванням екологічного стану було вирішено скорочення частки ріллі до 57,6% з метою відновлення екологічної рівноваги території.

На зображенні нижче наведено фрагмент із середовища QGIS, який демонструє результат векторизації шару «Рілля».

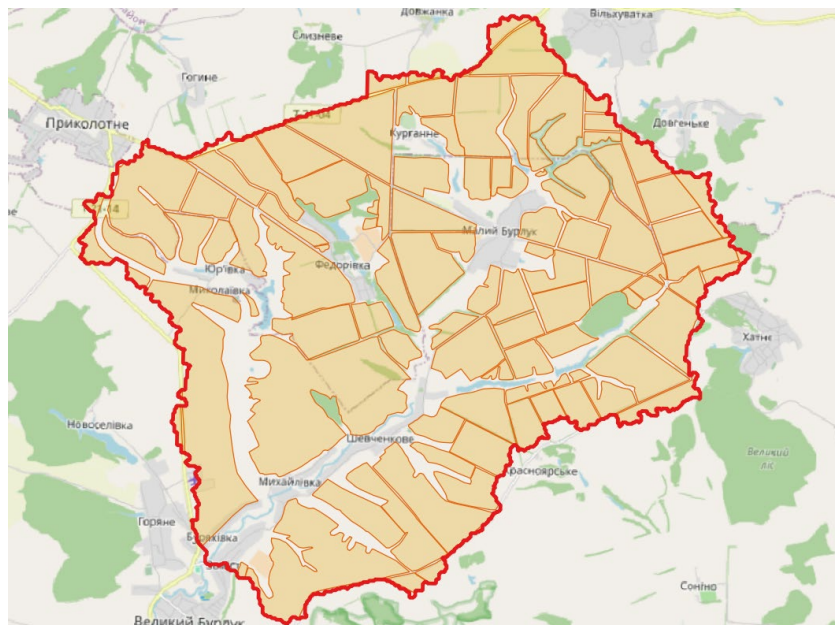


Рисунок 4.3 - Векторизація ріллі у QGIS

Наступним кроком було побудова шару «Водно-болотні угіддя» (wetlandVB). Їх не було в базі OSM, тому межі цих територій були виявлені за допомогою супутникових знімків Google Earth та Esri World Imagery,

що дозволило точно локалізувати постійно зволожені та заболочені території.

Після ручної векторизації та обрізки за межами водозбору було зафіксовано 2,4 км² водно-болотних угідь (2,1% території), що було підтверджено дешифруванням знімка Sentinel-2 від 25.04.2025. У подальшому структура цих угідь залишена без змін, оскільки вони виконують ключову роль у збереженні гідрологічного балансу, акумуляції вологи та підтриманні біорізноманіття.

На зображенні нижче представлено шар водно-болотних угідь у середовищі QGIS:



Рисунок 4.4 - Водно-болотні угіддя у QGIS

На відміну від інших категорій, водні об'єкти були добре і чітко візуалізовані на супутникових знімках Esri World Imagery, які були завантажені у QGIS через плагін QuickMapServices. Це дозволило одразу визначити основні ставки, озера та інші водойми без потреби в попередній корекції чи складному дешифруванні.

У подальшому було виконано ручну векторизацію всіх виявлених водних об'єктів. На основі зображень та обмірів було створено окремий шар

waterVB, до якого внесено 25 штучно створених ставків, що наявні на водозборі. Кожен ставок отримав окрему геометрію та атрибутивні дані — площу, код, гідрологічний тип.

Після обрізки шару за межами водозбору було визначено 25 водних об'єктів, більшість із яких — це ставки площею до 1 га. Загальна площа водного дзеркала, розрахована за векторними полігонами, склала 0,95 км² (станом на 2000 рік). Для уточнення даних також використовувалися порівняння з картами OSM і знімками Google Earth.

У межах створення бази землекористування для басейну річки Великий Бурлук було окремо опрацьовано категорію земель водного фонду (ЗВФ). Ця категорія є критично важливою для формування водоохоронної політики та розрахунку площ, які потребують пріоритетного екологічного захисту.

Для первинного виділення ЗВФ використовувалися відкриті дані Публічної кадастрової карти України, звідки були завантажені контури зареєстрованих земель водного фонду у форматі WFS. Дані імпортувалися у QGIS, після чого були інтегровані з рештою бази.

Аналіз кадастрових меж показав, що лише для 4 водних об'єктів у межах водозбору річки Великий Бурлук розроблено офіційні проекти землеустрою з виділенням земель водного фонду. Сумарна площа цих ділянок становить 1,55 км², що відповідає 1,3% площі водозбору.

З метою актуалізації та розширення меж ЗВФ було додатково виконано векторизацію потенційних земель водного фонду на основі супутникових знімків Esri World Imagery та дешифрування зон затоплення за допомогою індексу WIW (Water in Wetlands Index); рис.4.5. За результатами аналізу пропонується розширення території земель водного фонду до 10% водозбору, що включає не лише безпосередні водойми, а й прибережні захисні смуги, заплави та заболочені ділянки. [13]



Рисунок 4.5 – Водний фонд

На відміну від більшості інших типів угідь, яружно-балочну мережу та луки не вдалося безпосередньо виділити за допомогою наявних джерел — ні в базі OpenStreetMap, ні через супутникові сервіси Google Earth або Esri World Imagery ці ділянки не були представлені як окремий тип землекористування. Зображення не давали чітких меж для автоматизованої або візуальної векторизації таких форм рельєфу.

Тому для визначення площі цієї категорії було використано метод оберненого розрахунку: від загальної площі водозбору (117,0 км²) було віднято сумарну площу всіх інших векторизованих та класифікованих угідь, таких як рілля, ліси, водні об'єкти, населені пункти, болота тощо.

Результатом цього розрахунку стала площа 14,0 км², що відповідає 12,0% площі басейну. Саме ця територія ідентифікована як яружно-балочна мережа та луки, з високим потенціалом до відновлення природного ландшафту. У межах запропонованих заходів з природооблаштування передбачено збільшення її частки до 22,5% (тобто на +13,5%) — за рахунок вилучення деградованих орних земель на схилах, лісонасадження в балках, формування екокоридорів та заліснення незакріплених ярів.

4.2 Структура землекористування на водозборі річки

У межах моніторингу водних ресурсів басейну річки Великий Бурлук було проведено детальний порівняльний аналіз змін площі одного з ключових ставків. Для цього використано два незалежні джерела зображень:

- ліворуч – векторизований контур водного дзеркала з бази OpenStreetMap, орієнтовна дата – близько 2000 року (площа – 21,5 га), позначено синім кольором;
- праворуч – супутниковий знімок Sentinel-2/Esri World Imagery від 25.04.2025 року, на якому вручну векторизовано актуальну межу водойми (площа – 10,8 га), позначено червоним кольором.

На зображеннях чітко видно, що водойма майже вдвічі зменшилася в площі за останні 25 років. Зменшення водного дзеркала на 10,7 га (або майже 50%) свідчить про катастрофічну деградацію гідрологічного режиму об'єкта.

До основних причин висихання водойми відносяться:

- кліматичні зміни (зменшення опадів, підвищення температури, збільшення випаровування);
- відсутність постійного джерела підживлення водою (водойма ізольована від основного русла);
- замулення дна і зниження ефективного об'єму водойми;
- недостатнє обслуговування гідротехнічних споруд;
- надмірне сільськогосподарське освоєння прибережної території, що порушує баланс водозбору.

Цей випадок є яскравим прикладом загальносистемного процесу деградації водних об'єктів у регіоні. Подібне зменшення площі спостерігається для більшості водойм водозбору. Без цілеспрямованих ревіталізаційних заходів, таких як розчищення ставків, створення буферних зон, реконструкція дамб і контроль антропогенного навантаження, водойми можуть остаточно втратити свою екологічну і господарську функцію; рис.4.6.

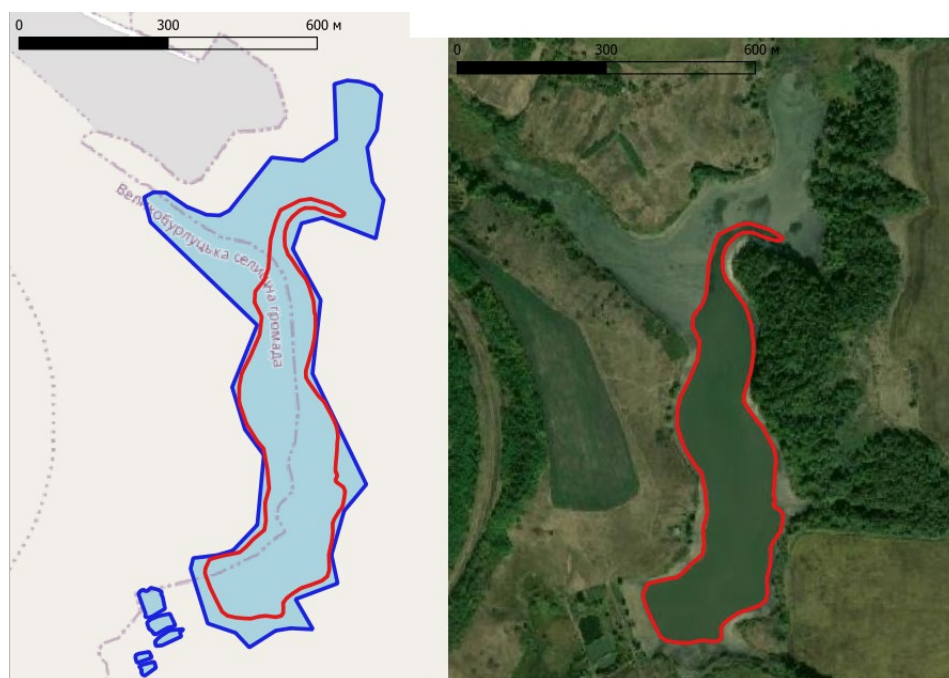


Рисунок 4.6 - Порівняння контуру водойми у 2000 р. та 2025 р.

Використання даних ДЗЗ супутника Sentinel-2 та дешифрування знімка за 25.04.2025 р. за індексом води у водно-болотних угіддях WIW, який використовує спектральні канали B8A (NIR) та B12 (SWIR2), дозволило встановити площу водного дзеркала; рис.4.7. Для виявлення наявності води авторами WIW рекомендовані порогові значення: для ближнього інфрачервоного $B8A < 0,1804$ та короткохвильового інфрачервоного каналу $B12 < 0,1131$.

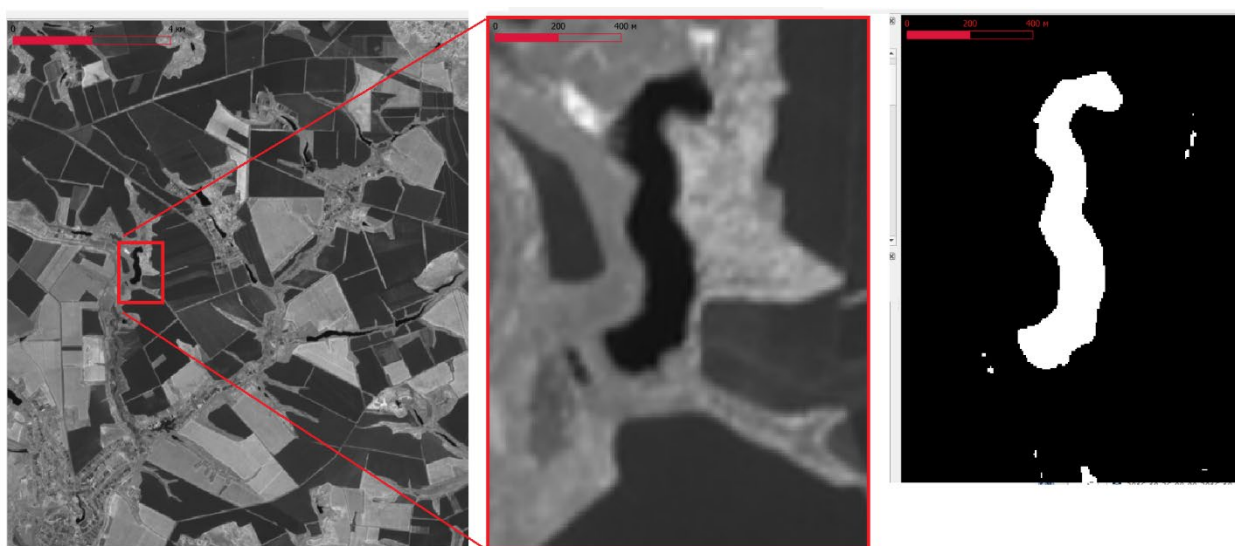


Рисунок 4.7 – Площа водного дзеркала

Для вивчення просторово-часової динаміки площі водного дзеркала на території басейну річки Великий Бурлук було застосовано методи дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). Моніторинг здійснювався із використанням супутникових знімків Sentinel-2, що надають мультиспектральні дані з високою роздільною здатністю (10–20 м) і з частотою оновлення до 5 днів. Аналіз супутникових зображень проводився безпосередньо у середовищі QGIS з використанням модулів Semi-Automatic Classification Plugin та Raster Calculator.

Обробка супутникового знімка Sentinel-2 за датою 25.04.2025 р. показала, що поточна площа водного дзеркала на території водозбору складає орієнтовно 0,68 км². Цей показник значно нижчий порівняно з попередніми даними:

- 0,95 км² — згідно з відкритими картами OSM на 2000 рік;
- 0,85 км² — за результатами візуальної векторизації на основі супутникових знімків Google Earth і Esri World Imagery (2022–2024 рр.);
- 0,68 км² — за індексом WIW (Sentinel-2, 2025 рік).

Таким чином, зменшення площі водного дзеркала за останні 25–30 років склало приблизно 28%, що є критичним показником деградації водної екосистеми. Основними причинами вважаються:

- тривала відсутність оновлення чи реконструкції гідроспоруд;
- замулення ставків та заплав;
- зміни в гідрологічному режимі регіону внаслідок кліматичних змін (меншення річного стоку);
- антропогенне навантаження та активна розораність прибережної зони.

4.3 Інженерні заходи з ревіталізації річки

Одним із ключових факторів, що впливають на водний режим басейну річки Великий Бурлук, є структура сільськогосподарського використання території водозбору та ступінь його ерозійної небезпеки, пов'язаної з похилами місцевості. Надмірне розорювання земель на схилах, особливо з середнім і великим ухилом, сприяє посиленому поверхневому стоку, зниженню інфільтрації, ерозійним процесам та зменшенню поповнення підземних вод, що є критичним для підтримання сталого водного балансу річки.

Для аналізу цих факторів було здійснено розподіл території водозбору за величиною похилу та характером її сільськогосподарського використання. Результати подано в таблиці нижче.

Таблиця 4.2 – Розподіл території водозбору за похилами та характером сільськогосподарського використання

Похил	Х-ка сг використання території	Площа,		З них сх угідь км ²
		%	Км ²	
0-3		88,83	103,96	
3-5	Суцільних сів	8,96	10,48	
5-7	Агротехзаходи	1,5	1,75	
Більше 7	Виводити	0,71	0,83	
Всього		100	117,02	

У ході комплексного обстеження басейнової геосистеми річки Великий Бурлук було виявлено низку гідроекологічних проблем, що потребують негайного вирішення. Зокрема, один із ставків, розташований у верхній частині водозбору, знаходиться в критичному стані через надмірне пересушення. На підтвердження цього було здійснено фотофіксацію (рис. 4.8), на якій чітко видно відсутність водного дзеркала, наявність тріщин пересохлого дна, типову для деградованих водно-болотних угідь.



Рисунок 4.8 – Фотофіксація стану ставка. [14]

Такий стан є наслідком порушення природної циркуляції води в гідросистемі, що обумовлено недостатньою пропускною спроможністю існуючої дамби або її повним суцільним перекриттям потоку. Це призводить до застійності води, евтрофікації, зниження аерації та деградації екосистеми.

Запропоноване рішення – проранення дамби

Для покращення гідрологічного режиму і відновлення водообміну у зазначеному ставку запропоновано здійснити проранення (локальне розкриття) існуючої дамби у п'яти характерних точках. Схема запропонованого проранення представлена на рис. 4.9.

Цей захід спрямований на:

- Забезпечення вільного обтіку води під час весняної повені та інтенсивних дощових паводків;
- Зменшення застійних зон і тривалості періодів застою;
- Відновлення течії та природної аерації водного середовища, що сприятиме підвищенню рівня кисню у воді;
- Зменшення процесів евтрофікації та заростання водного дзеркала макрофітами.



Рисунок 4.9 – Схема запропонованого проранення дамби (створено автором)

Інженерне обґрунтування: використання патентованих рішень

Для реалізації гідротехнічної оптимізації рекомендовано використати перевірені науково-технічні розробки, описані в патенті України, адаптованого до умов малих річок і ставків у степовій зоні: Патент України №154298 «Спосіб облаштування гідротехнічних споруд у заплаві річки» (МПК E02B 3/02)

У патенті описано будівництво дамб обвалування, розміщених паралельно до природного русла річки, що дозволяє формувати регулюючу ємність та керувати об'ємами води в заплавної системі. Це дає змогу адаптувати руслові процеси до сезонних коливань водності, а також забезпечити гнучке управління водним балансом у басейні.

Патент України №156105 «Спосіб облаштування комплексу гідротехнічних споруд на ставках руслового типу для забезпечення течії малих річок» (МПК E02B 3/02, заявка №u202305695, опубліковано 08.05.2024, бюл. №19). Цей патент передбачає комплекс заходів, що можуть бути реалізовані на досліджуваному об'єкті:

- Влаштування регулятора розподілу водного потоку у верхів'ї ставка;
- Створення обвідного каналу вздовж берегової лінії для покращення динаміки потоку;
- Будівництво підпірної споруди типу «перекат», що дозволяє стабілізувати рівень води;
- Автоматизоване або ручне регулювання витрати води, з урахуванням сезонних змін;
- Застосування сполучної споруди типу «швидкоток» для забезпечення аерації та покращення якості води.

Очікувані результати реалізації заходів

Реалізація проєктних рішень, включаючи проранення дамби, створення регулюючих споруд і влаштування обвідних каналів, дозволить досягти наступного:

- Відновлення постійної течії малих річок в умовах кліматичних змін;
- Підвищення водності виснажених ділянок гідрографічної мережі;
- Збільшення самоочисної здатності водного середовища;
- Зменшення деградаційних процесів (евтрофікація, замулення, зниження рівня води);
- Покращення екологічного стану русел та заплав басейну річки Великий Бурлук.

Таким чином, реалізація запропонованих заходів дозволить суттєво покращити гідрологічний та екологічний стан річки Великий Бурлук.

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

Екологічний стан басейну річки Великий Бурлук останніми роками зазнає значного погіршення через комплекс чинників: зниження рівня ґрунтових вод, деградація гідромережі, порушення природного дренажу, розорювання водоохоронних зон, інтенсивне сільськогосподарське використання земель.

З метою екологічної ревіталізації басейнової геосистеми необхідне впровадження заходів природооблаштування, які враховують сучасні кліматичні зміни, антропогенне навантаження та гідрогеоморфологічні особливості території.

Основою для розробки рекомендацій стали:

- Стаття 24 Закону України «Про меліорацію земель», яка визначає необхідність збереження водно-болотних угідь, охорони ґрунтів і впорядкування стоку;
- Водний кодекс України;
- Польові обстеження стану земель та гідромережі в межах водозбору;
- Наукові та інженерні рішення з ревіталізації малих річок і меліорації деградованих територій.

Рекомендовані заходи природооблаштування та зміни в структурі землекористування зведені в таблицю 4.3

Таблиця 4.3 – Пропозиції природооблаштування на водозборі річки Великий Бурлук

№	Захід	Опис заходу	Очікуваний ефект	Примітки	
1		Прибережно-захисні смуги	Встановлення смуги не менше 25–50 м уздовж русла з багаторічною рослинністю	Захист від змиву, фільтрація стоку, біокоридори для тварин	Відповідно до Водного кодексу
2		Заліснення верхів'я та вододілів	Висадка лісових культур (липа, клен, акація) в ерозійно небезпечних місцях	Покращення водотримання, стабілізація схилів	Лісомеліорація
3		Рекультивация деградованих угідь	Виведення з обробітку площ з високим рівнем дефляції або засолення	Відновлення трав'яного покриву, зменшення ерозії	На основі карт деградації
4		Протиерозійні споруди	Влаштування валів, канал, контурної оранки	Гальмування поверхневого стоку, захист ґрунту	Агромеліоративні заходи
5		Реанімація водойм	Очищення, аерація, регуляція рівнів води у виснажених ставках	Відновлення біорізноманіття, зниження евтрофікації	Згідно з гідротехнічними проектами
6		Оптимізація сільськогосподарських культур	Збільшення частки багаторічних трав, сидератів, зменшення монокультур	Зменшення антропогенного тиску, покращення структури ґрунтів	Біологічна меліорація
7		Дренажні заходи	Створення локальних систем для відведення надлишкової вологи	Захист посівів і зменшення заболочення	Локальний дренаж
8		Заборона оранки заплавних ділянок	Повна заборона обробітку ґрунтів у межах заплав	Захист природних фільтрів, мінімізація замулення	Екологічна норма
9		Відновлення ліосмуг	Посадка нових і реконструкція	Покращення мікроклімату,	Захист від вітрової ерозії

№	Захід	Опис заходу	Очікуваний ефект	Примітки
			старих вітрозахисних смуг	зменшення дефляції
10		Екологічна мережа	Створення системи природних ділянок, з'єднаних біокоридорами	Підвищення екологічної стійкості басейну Відповідно до схем формування ЕМ

Загальні рекомендації

- Провести детальне картографування сучасного стану ґрунтів, гідромережі та землекористування.
- Розробити поетапний план природооблаштування з визначенням пріоритетів (найдеградованіші ділянки — першочергово).
- Передбачити створення демонстраційної ділянки для апробації рішень і залучення громад.
- Забезпечити міжвідомчу координацію між місцевими громадами, природоохоронними службами та агровиробниками.



Рисунок 4.10 – Екологічне зонування та запропоновані заходи у межах водозбору річки Великий Бурлук (створено автором)

4.5 Перспективи ведення моніторингу

Для забезпечення сталого функціонування гідросистеми річки Великий Бурлук після реалізації інженерних заходів необхідно організувати систему моніторингу, що включає:

- Регулярний гідрологічний моніторинг — контроль рівня води, швидкості течії та гідравлічного режиму в ключових ділянках річки і ставках, особливо у місцях проранення дамби. Це дозволить своєчасно виявляти відхилення від проектних параметрів та коригувати режими роботи регулюючих споруд.
- Гідрохімічний аналіз води — систематичне визначення показників якості води (кисневий режим, концентрація поживних речовин, вміст токсичних елементів) для оцінки динаміки покращення екологічного стану та зниження евтрофікації.
- Біологічний моніторинг — дослідження стану водних і прибережних екосистем, включаючи фіто- та зообіоту, для виявлення змін у біорізноманітті, що є показником успішності ревіталізації.
- Гідрогеологічні спостереження — вивчення змін у рівні ґрунтових вод, які безпосередньо впливають на стан річкової системи і суміжних територій.

Підтримка інженерних споруд

Для тривалої ефективності проектних рішень передбачено:

- Регулярне технічне обслуговування проранень дамби і регулюючих споруд для запобігання їх засміченню, руйнуванню чи замуленню.
- Впровадження системи управління водними потоками, що включає ручне і автоматизоване регулювання витрат, залежно від гідрометеорологічної ситуації.

- Проведення профілактичних робіт із відновлення водного русла, очищення обвідних каналів та підтримки їх гідравлічної пропускної спроможності.

Інженерні втручання мають бути органічно поєднані із заходами природооблаштування, що забезпечить комплексну ревіталізацію басейнової системи річки. Зокрема, підтримка зелених зон і прибережних смуг сприятиме стабілізації гідрологічних процесів, зменшенню ерозії і покращенню якості води.

4.6 Виділення та аналіз кризових ситуацій

В процесі комплексного дослідження басейнової геосистеми річки Великий Бурлук було ідентифіковано кілька ключових кризових ситуацій, які негативно впливають на екологічний стан та функціонування водної системи. Аналіз цих ситуацій є необхідною передумовою для розробки ефективних заходів управління та запобігання подальшій деградації.

Основні кризові ситуації:

Пересихання верхівкових ставків та водних об'єктів

- Причина: порушення природної циркуляції води через низьку пропускну здатність дамб та відсутність регулювання водного потоку.
- Наслідки: деградація водно-болотних угідь, зниження біорізноманіття, утворення тріщин у дні, посилення ерозії берегів.

Застій води і евтрофікація

- Причина: суцільне перекриття русла дамбою, недостатня аерація, висока концентрація поживних речовин.
- Наслідки: активне розростання макрофітів, замулення, зниження рівня кисню у воді, погіршення якості води та загибель гідробіонтів.

Незбалансоване землекористування у водозборі

- Причина: розорювання прибережних зон, знищення захисних смуг, монокультурне сільськогосподарське використання.

- Наслідки: підвищена ерозія ґрунтів, збільшення стоку забруднень, зниження природної здатності до фільтрації.

Порушення гідрогеологічного режиму

- Причина: зміни рівня ґрунтових вод через надмірне водозабезпечення або відкачку.
- Наслідки: осушення прибережних територій, загроза висихання водних об'єктів, порушення екосистеми.

Негативний вплив кліматичних факторів

- Причина: збільшення частоти і інтенсивності посух, нерегулярність опадів.
- Наслідки: посилення водного стресу, збільшення коливань рівня води, складність управління водними ресурсами.

Рекомендації щодо управління кризовими ситуаціями:

- Впровадження системи раннього попередження, що базується на гідрологічних та метеорологічних даних для прогнозування кризових явищ.
- Розробка адаптивних заходів управління водними ресурсами, що включають гнучке регулювання витрат води та санацію дамб.
- Посилення контролю за землекористуванням, створення охоронних зон і прибережних захисних смуг.
- Підвищення екологічної освіти та залучення місцевих громад до моніторингу і охорони природних ресурсів.
- Комплексна інтеграція природоохоронних і інженерних заходів для забезпечення стійкості басейнової системи [4].

4.7 Організація робіт з природооблаштування

Для ефективної реалізації заходів з природооблаштування на водозборі річки Великий Бурлук необхідно забезпечити чітку організаційну структуру та поетапний план виконання робіт. Організація робіт передбачає

координацію між різними зацікавленими сторонами, дотримання технічних вимог та екологічних норм, а також контроль якості виконання.

Основні етапи організації робіт:

Підготовчий етап: проведення детального обстеження території, включаючи топографічну зйомку, аналіз ґрунтів, виявлення критичних ділянок; узгодження проектної документації з місцевими органами влади та екологічними службами; розробка календарного плану робіт та визначення необхідних ресурсів.

Виконавчий етап: влаштування прибережно-захисних смуг із посадкою багаторічної рослинності; рекультивація деградованих земель із застосуванням агромеліоративних заходів; створення протиерозійних споруд та дренажних систем; очищення і регулювання рівня води у ставках; влаштування обвідних каналів і гідротехнічних споруд згідно з проектом.

Контрольний етап: моніторинг стану виконаних робіт, оцінка їх ефективності; внесення коректив у разі необхідності; підготовка звітної документації.

Координація робіт і взаємодія:

- Забезпечення міжвідомчої взаємодії між органами місцевого самоврядування, природоохоронними організаціями, агровиробниками та науковими установами.
- Залучення громадськості до участі у природоохоронних заходах та екологічному моніторингу.
- Впровадження системи інформаційного обміну та регулярних консультацій для узгодження дій.

Матеріально-технічне забезпечення:

- Використання сучасної техніки для посадки рослинності, будівництва меліоративних споруд і очистки водойм.
- Забезпечення необхідними посадковими матеріалами, меліоративними і будівельними матеріалами.

- Підготовка кваліфікованого персоналу для виконання спеціалізованих робіт.

Рекомендований план організації робіт з природооблаштування зведено в таблицю 4.3.

Таблиця 4.3. Рекомендований план організації робіт з природооблаштування

Етап	Період виконання	Основні заходи	Відповідальні виконавці	Примітки
1. Підготовчий етап	Березень – квітень	- Проведення детального обстеження території (топозйомка, аналіз ґрунтів)	Екологи, геодезисти, агрономи	Врахування весняного режиму
		- Узгодження проектної документації з органами влади та екологічними службами	Проектна організація, місцева адміністрація	
		- Розробка календарного плану робіт, визначення ресурсів	Проектна організація	
2. Виконавчий етап I	Квітень – травень	- Влаштування прибережно-захисних смуг із посадкою багаторічної рослинності	Лісництва, сільгосппідприємства	Кращий період для посадки
		- Початок рекультивації деградованих земель	Агромеліоратори	
		- Влаштування протиерозійних споруд (вали, канами, контурна оранка)	Будівельні організації	
3. Виконавчий етап II	Червень – липень	- Завершення рекультивації деградованих земель	Агромеліоратори	Контроль якості робіт
		- Очищення, регулювання рівня води у ставках	Гідротехнічні служби	Врахування рівня опадів
		- Влаштування обвідних каналів та гідротехнічних споруд	Гідротехніки	
4. Контрольний етап	Серпень – вересень	- Моніторинг стану виконаних заходів	Екологи, наукові установи	Внесення коректив
		- Оцінка ефективності природооблаштування	Експертні комісії	

Етап	Період виконання	Основні заходи	Відповідальні виконавці	Примітки
		- Підготовка звітної документації	Проектна організація	
5. Додаткові заходи та підтримка	Жовтень – листопад	- Посадка додаткових лісосмуг, реконструкція вітрозахисних смуг	Лісництва, сільгосп підприємства	Сезон осінньої посадки
		- Проведення інформаційно-просвітницьких заходів із залученням громади	Екологічні організації, ЗМІ	Підвищення обізнаності
		- Підготовка до зимового періоду, забезпечення охорони території	Відповідальні служби	

Організація робіт з природооблаштування має враховувати особливості кліматичних умов та сезонності, що забезпечить максимальну ефективність і тривалість позитивного впливу на екосистему басейну річки Великий Бурлук.

В ході комплексного аналізу стану басейнової геосистеми річки Великий Бурлук було ідентифіковано низку ключових проблем, які негативно впливають на екологічну стійкість та функціонування гідросистеми. Зокрема, критичне пересушення верхнього ставка стало наочною ознакою порушень природного гідрологічного режиму, спричинених недостатньою пропускнуою спроможністю існуючих гідротехнічних

лише стабілізації ґрунтових і водних ресурсів, а й підвищенню біорізноманіття та екологічної стійкості басейну.

Організація робіт з природооблаштування передбачає поетапний план заходів із залученням місцевих громад, органів влади та наукової спільноти, що забезпечить координацію дій, ефективне використання ресурсів та соціальну підтримку проєкту. Ведення системного моніторингу дозволить відслідковувати динаміку змін та своєчасно коригувати заходи, що гарантує адаптивність і довготривалу ефективність проведених робіт.

Отже, запропоновані заходи з інженерної ревіталізації та природооблаштування є комплексним і науково обґрунтованим рішенням для відновлення функціонування басейнової геосистеми річки Великий Бурлук. Вони забезпечать збереження водних ресурсів, покращення екологічного стану регіону та адаптацію до кліматичних і антропогенних викликів сучасності.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Порядок розслідування випадків травмування

Загальні принципи. Розслідуванню підлягають всі інциденти, які трапилися як безпосередньо на території підприємства, так і за її межами, за умови, що постраждалий виконував службові обов'язки, доручення керівництва або робочого наглядача. Це також стосується ситуацій, коли працівник добирався на роботу або повертався з неї транспортом організації. До переліку включаються випадки, що трапились у святкові чи вихідні дні, за умови, що вони сталися під час трудового процесу.

Випадки, пов'язані з отруєннями, перегріванням, обмороженням та іншими гострими станами, також класифікуються як нещасні і мають бути розслідувані. Хронічні отруєння або професійні захворювання вимагають спеціального порядку розгляду. У ситуації, коли травма спричиняє втрату працездатності хоча б на один день або потребує переведення на іншу роботу, складається акт встановленої форми (Н-1), що зберігається 45 років. Якщо ж переведення не спричиняє звітного випадку, запис не фіксується у статистиці травматизму.

У разі, коли травма не пов'язана з виконанням трудових обов'язків, акт все одно складається, але з відповідною приміткою про непричетність до виробництва. Профком також зобов'язаний підтвердити це у формі Н-1. Висновок технічного інспектора щодо зв'язку випадку з виробництвом є остаточним для адміністрації та профспілки.

Акт Н-1 повинен бути вручений потерпілому не пізніше трьох днів після завершення розслідування.

Дії у разі виникнення нещасного випадку. Працівник або свідок негайно інформує керівника змін чи майстра. Той забезпечує першу допомогу, супровід до медичної частини, повідомляє керівництво і, якщо можливо, зберігає стан місця події для встановлення обставин.

Якщо інцидент не був зафіксований відразу, але згодом призвів до втрати працездатності, акт Н-1 оформлюється після ретельного з'ясування обставин. Про подію терміново повідомляють керівника організації та профспілковий орган.

Адміністрація зобов'язана невідкладно сформувати комісію (з представників підрозділу, служби охорони праці, профспілки), яка протягом доби аналізує ситуацію, встановлює причини, вживає запобіжних заходів і готує чотири примірники акту Н-1. Один з них передається головному інженеру.

Головний інженер повинен затвердити акт упродовж трьох днів, після чого надсилає його копії відповідним особам. По завершенні лікування адміністрація вносить додаткові відомості в акт і передає інформацію профкому та інспекторам.

Особливі випадки. Якщо травмований був направлений іншою організацією, розслідування проводить та структура, де це сталося. В акті зазначається організація-направник. Облік, однак, веде місце роботи потерпілого. Так само діє порядок і у разі травмування студентів під час практики — розслідування веде приймаюча організація за участі представника навчального закладу.

Медпункт щоденно подає звіти про всі випадки травматизму адміністрації та профкому. Комісія з соціального страхування, яка оформлює допомогу у зв'язку з виробничою травмою, має обов'язково зазначити номер акту і дату його складання.

Розслідування особливо тяжких випадків. У разі смертельного випадку або травмування кількох осіб керівник негайно інформує відповідні інстанції — профспілку, керівництво вищого рівня, органи нагляду та прокуратуру. Виїзд на місце події має бути негайним.

До складу спеціальної комісії входять представники профспілки, органів управління та підприємства. Якщо загинуло 2–4 особи, розслідування очолюють перші керівники організацій, а при більшій кількості загиблих —

міністр або уповноважений уряду. У разі потреби можуть бути залучені експерти, фахівці з лабораторій, розрахунків і досліджень.

Комісія повинна скласти підсумковий акт розслідування, акт форми Н-1, технічні висновки, фотоматеріали та плани. Всі документи надсилаються у відповідні органи, включаючи прокуратуру.

Керівництво зобов'язане розглянути результати розслідування, вжити рекомендованих заходів і притягнути винних до відповідальності. Про реалізацію рішень письмово повідомляється технічний інспектор.

5.2 Основи забезпечення безпеки праці під час експлуатації гідроспоруд в умовах проходження надмірних витрат

Загальні принципи безпеки:

Цей розділ описує ключові правила охорони праці при роботі з гідротехнічними спорудами. Увесь персонал, що залучений до експлуатації таких об'єктів, зобов'язаний суворо дотримуватись зазначених норм. Вказівки, які надає інспектор з охорони праці, обов'язкові до виконання.

До виконання робіт допускаються особи, яким виповнилося 18 років, які пройшли медогляд і визнані придатними до робіт, що мають відповідні посвідчення після проходження інструктажів, стажування, навчання та перевірки знань з безпеки праці, пожежної безпеки та надання першої допомоги.

Самостійно працювати можна лише після проходження стажування під керівництвом досвідченого спеціаліста й отримання дозволу від керівника. Робітники, які поєднують кілька посад, повинні бути інструктовані щодо кожного виду діяльності.

Робітники, які вчасно не пройшли повторний інструктаж чи навчання, не мають права приступати до роботи. На робочій території заборонено перебування сторонніх осіб, вживання алкоголю, куріння, а також виконання обов'язків у нетверезому, виснаженому або хворобливому стані.

Працівники повинні знати, які саме шкідливі чи небезпечні фактори впливають на їхню діяльність, а саме: рухомі механізми, можливість обвалення ґрунту, висотні роботи, робота на плавзасобах, наявність електричної напруги, недостатнє освітлення тощо. Всі ці фактори мають бути нейтралізовані або мінімізовані.

Персонал має бути забезпечений спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту відповідно до чинних норм. Ці засоби мають відповідати стандартам, зберігатися у спеціально відведених місцях та використовуватися за призначенням.

Робітник повинен виконувати лише ті завдання, що йому доручив керівник. У разі виявлення небезпечних умов чи несправного обладнання, слід повідомити керівництво й утриматись від виконання завдання до усунення проблеми. Виправляти електропроводку самостійно заборонено — це дозволено лише спеціалістам з відповідною кваліфікацією.

Усі роботи виконуються згідно з правилами безпеки, затвердженими відповідними відомствами. Перехідні майданчики, отвори, водоскиди мають бути огорожені, а у темну пору доби — освітлені. Уздовж берегової лінії мають бути встановлені попереджувальні знаки.

Категорично забороняється рух човнами біля баків або з їхнього верхнього боку, якщо швидкість течії перевищує 0,2 м/с. Переправлятися можна лише по обладнаних містках або на затверджених інспекцією плавзасобах, які відповідають вимогам безпеки.

На мостах і переправах мають бути рятувальні круги та багри. На спорудах мають бути попереджувальні таблички «Купатися заборонено». Сміттєзатримувальні решітки очищаються під контролем керівника, а великі предмети видаляються за допомогою спеціального інструменту.

Роботи в порожніх камерах, сифонах чи інших замкнених просторах виконуються згідно з нормативами для робіт у резервуарах. Дороги вздовж каналів слід облаштовувати захисними конструкціями. У виняткових

випадках, роботи можуть проводитися без огорожі лише за рішенням головного інженера.

Допуск до роботи в каналі чи басейні здійснюється лише після повного спорожнення та заходів, що унеможливають надходження води. Ремонтні роботи в напірних трубопроводах дозволяються лише після повного перекриття потоку.

Особливо небезпечні роботи виконуються за нарядом-допуском. У разі травмування працівник повинен надати допомогу постраждалому, повідомити керівництво та доставити потерпілого до медичного закладу.

На торф'яниках слід дотримуватись протипожежних заходів. У разі займання – негайно повідомити пожежну службу, розпочати гасіння та інформувати керівництво.

Дотримання особистої гігієни обов'язкове. Перед вживанням їжі необхідно мити руки, а воду брати лише з призначених для цього джерел. Порушення вимог інструкції тягне за собою дисциплінарну або юридичну відповідальність.

Перед початком роботи:

Необхідно перевірити наявність вогнегасників, аптечки та справність сигналізації. Отримати інструктаж і наряд-допуск. Підготувати робоче місце, перевірити затвори, переконатися, що в споруді немає сторонніх та прибрано все обладнання. Підготувати рятувальні засоби, надіти спецвзуття. Переконатися у відключенні водотоків при ремонті водоприймачів.

Під час виконання робіт:

Забороняється перебувати біля відкритих люків або працюючих засувок. Ручне спрямування шандорів не допускається. Робітники на дамбі мають бути в повному захисному спорядженні. При очищенні водоприймачів — стояти поза зоною потоку. Висотні роботи виконуються лише зі спеціальних підйомників або санчат.

Місця приготування будівельних матеріалів мають бути не ближче 3 м до каналу. При вході до тунелів чи акведуків повинні бути наглядові пости. До завершення наповнення каналу забороняється пересування човнами.

Понтонні платформи мають бути надійно закріплені. Роботи — лише при постійному рівні води. Взимку техніка і працівники мають рухатись не ближче ніж за метр від краю каналу, стежки — очищені й посипані.

Лід розчищають за допомогою довгих багрів і сокир. У снігопад чи буран пересуватися дозволено лише групами по троє, зв'язаними мотузками. Уночі ділянки мають бути освітлені або обслуговуючі працівники повинні мати ліхтарі.

Забороняється розчищати затори у напрямку до себе. Під час льодоходу чи сплаву лісу переправи заборонені.

6 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ ПРИРОДООБЛАШТУВАННЯ

Реалізація заходів з природооблаштування в басейні річки Великий Бурлук потребує значних матеріальних і трудових витрат. Однак ці витрати слід розглядати як інвестиції у збереження екосистем, зниження ризиків паводків, покращення сільськогосподарського використання земель, а також розвиток рекреаційного потенціалу регіону. У цьому розділі подано порівняння базового варіанта (без втручання) та проєктного варіанта з урахуванням комплексу природооблаштувальних заходів.

Характеристика варіантів

- Варіант 1 – Без реалізації заходів: передбачає подальшу деградацію водозбору, ризики ерозії, підтоплення, втрату сільськогосподарської продуктивності.
- Варіант 2 – Реалізація природооблаштувальних заходів: включає інженерні заходи (розчистка русла, влаштування валів, перепадів), агротехнічні (терасування, зміну структури землекористування), та моніторингові заходи.

Таблиця 6.1. Витрати на реалізацію проєктного варіанта

Назва робіт	Орієнтовна вартість, тис. грн
Розчистка русла річки	450
Влаштування гідротехнічних споруд	300
Зміна структури землекористування	120
Рекультивация та біоінженерія	80
Моніторинг і організаційні заходи	50
Усього	1 000

Оцінено середньорічний економічний ефект від зменшення:

- втрат від паводків – 280 тис. грн/рік,
- зменшення ерозії та підвищення врожайності – 220 тис. грн/рік,

- екологічна й рекреаційна вигода – 100 тис. грн/рік.

Загальний річний ефект: 600 тис. грн.

Термін окупності проєкту: $\approx 1\,000 / 600 = 1,67$ року.

Таблиця 6.2. Порівняльна таблиця ефективності

Показник	Варіант 1 (без заходів)	Варіант 2 (з заходами)
Початкові витрати, тис. грн	0	1 000
Щорічні збитки від негативних явищ	320	40
Економічний ефект, тис. грн/рік	0	600
Термін окупності, років	—	1,67

Порівняльний аналіз доводить, що впровадження природооблаштувальних заходів у басейні річки Великий Бурлук є економічно доцільним. Завдяки скороченню збитків від стихійних явищ, підвищенню продуктивності земель та збереженню природного середовища, проєкт окупається менш ніж за два роки. В подальшому він забезпечує сталий соціально-економічний ефект для місцевих громад і природних екосистем [37].

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі проведено комплексне дослідження природних умов, сучасного стану та перспектив природооблаштування басейнової геосистеми річки Великий Бурлук. На основі виконаного аналізу та проєктних рішень можна сформулювати наступні висновки:

Фізико-географічна характеристика басейну річки засвідчила, що територія водозбору розташована в умовах помірно-хвилястого рельєфу, з переважанням абсолютних висот у межах 190–200 м. Ґрунтовий покрив переважно представлений чорноземами, що активно використовуються у сільському господарстві, але потребують охорони від ерозії.

Геоекологічна оцінка стану річки Великий Бурлук та її басейну виявила суттєвий вплив антропогенної діяльності, особливо розораності території, що перевищує 85%. Спостерігається зменшення водності, погіршення гідроморфологічного режиму, розрив гідрологічних зв'язків унаслідок меліорації, забудови та осушення прибережних ділянок.

Розроблено систему заходів природооблаштування та ревіталізації, яка включає: очищення та відновлення русла річки, гідротехнічні споруди для регуляції стоку, зміну структури землекористування на схилах, створення лісозахисних смуг, запровадження агротехнічних заходів на еродованих землях, а також впровадження системи моніторингу екологічного стану водозбору.

Економічне обґрунтування показало доцільність реалізації природооблаштувальних заходів. Проведений порівняльний аналіз довів, що вартість впровадження комплексу заходів окупається протягом менше ніж 2 років за рахунок зменшення збитків від підтоплень, ерозії, деградації ґрунтів та поліпшення агроекологічних умов.

Рекомендовано впровадити природооблаштувальні заходи на рівні місцевих громад у складі комплексних програм управління водозбірними

басейнами з метою сталого природокористування, покращення водного балансу та відновлення екосистем малих річок.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Артеменко І. М., Коломієць Л. М. Водні ресурси України та їх раціональне використання. — К.: Либідь, 2010. — 296 с.
2. Беліков А.С., Є.В. Рабіч, М.Ю. Шликов. Основи охорони праці: Підручник для студентів вищих навчальних закладів освіти України III-IV рівня акредитації / За ред. д.т.н., професора А.С. Белікова.-Дніпропетровськ: Видавництво Свідлер А.Л., 2006.-461с.
3. Климович І. І., Крайнюк О. М. Антропогенний вплив на річкові системи та шляхи мінімізації наслідків // Науковий вісник ЧНУ. — 2020. — № 11(234). — С. 56–62.
4. Заставний Ф. Д. Географія України: у 2-х т. — Львів: Світ, 1994. — 560 с.
5. Державне агентство водних ресурсів України. Звіт про екологічний стан річки Сіверський Донець. — Київ, 2023.
6. ДБН В.2.4-8:2014. Визначення розрахункових гідрологічних характеристик. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 102 с.
7. Google Earth Pro. Google Планета Земля.
8. QGIS. ГІС з відкритим кодом. URL: <https://www.qgis.org/>
9. USGS. Пошукова система Землі / глобальна база геоданих супутникових знімків та ДЗЗ. URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/>
10. Атлас природних умов і природних ресурсів Української РСР. Гідрометеовидат, 1978. 183 с.
11. Вишневський В.І. Річки і водойми України. Стан і використання. Київ.: Віпол, 2000. 376 с.
12. Вишневський П.Ф. Зливи та зливовий стік. Київ, Наукова думка, 1964, 291 с.
13. Водна стратегія України на період до 2025 року (наукові основи) / за ред. М.І. Ромащенко, URL: http://iwpim.com.ua/wp-content/uploads/2015/10/11_03_2015.pdf

14. Водний кодекс України / Верхована Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення: 16.11.2023).
15. Географічна енциклопедія України. В 3 т. / під. ред. О.М.Маринич. – Київ.: Укр. енциклопедія ім. М.П.Бажана, 1989 - 1994.
16. Гідротехнічні споруди : підручник / за ред. А.Ф. Дмитрієва. Рівне : Вид-во РДТУ, 1999. 326 с.
17. Гідрохімія України: підручник / Л.М. Горєв, В.Г. Пелешенко, В.К. Хільчевський. Київ.: Вища школа, 1995. 307 с.
18. ДБН А 2.2-1-2003. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. Київ : Держбуд України, 2004. 24 с. (введені в дію з 01.04.2004 р.).
19. ДБН А.2.1-1-2008. Інженерні вишукування для будівництва. Київ: Мінрегіонбуд, 2008. 72 с
20. ДБН А.2.2-3-2014. Склад та зміст проектної документації для будівництва .Київ: Мінрегіон України, 2014. 33 с.
21. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. К.: Мінрегіон України, 2012. 94 с.
22. ДБН В.2.4-3:2010. Гідротехнічні, енергетичні та меліоративні системи і споруди, підземні гірничі виробки / Гідротехнічні споруди. Основні положення. К. : Мінбуд України, 2006. 39 с. URL: https://dna.p.com/html/29894/doc-ДБН_В.2.4-3_2010 (звернення 25.05.2025).
23. ДБН В.2.4-8:2014. Визначення розрахункових гідрологічних характеристик. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 102 с.
24. Державний водний кадастр. Багаторічні дані про режим та ресурси поверхневих вод суші. Частина 1. Річки. Том II. Українська РСР.

25. ДСТУ 3008–2015. Державний стандарт України. Структура і правила оформлення. Київ: Держстандарт України, 2015. 37с.
26. Карта ґрунтів України. URL: <https://www.zerno-ua.com/journals/2014/yanvar-2014-god/kartoteka-agrariya-karta-g-runtiv-ukrayini/> (дата звернення 27.05.2025)
27. Кириенко И.И., Химерик Ю.А. Проектирование и расчет гидротехнических сооружений : уч.пос. Киев: Высшая школа, 1987. 253 с.
28. Клімат України : довідник / за ред. В.М. Ліпінського. Київ : Видавництво Раєвського, 2003. 353 с.
29. Литовченко О.Ф. Практикум з інженерної гідрології та регулювання стоку. Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2007. 252 с.
30. Меліорація та водне господарство. Т.1. Економіка : довідник /під. Ред. В.Ф.Моховикова. URL: <http://www.cawater-info.net/books/spravochnik-ekonomika/pages/1.htm>
31. План управління річковим басейном Дніпра. Суббасейн Нижнього Дніпра. URL: https://www.davr.gov.ua/fls18/lowerdnipro_summary_23072020.pdf
32. ПРАВИЛА БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ РОБІТ З БУДІВНИЦТВА МОСТІВ. URL: <https://dsp.gov.ua/wp-content/uploads/2015/02/npraor-45.21-1.03-98u.doc>
33. Просторові закономірності зміни середнього річного стоку води річок України. О. І. Лук'янець та інш., /Український географічний журнал, №1, 2021. С.6-14. URL: <https://ukrgeojournal.org.ua/sites/default/files/UGJ-1-2021-06-14.pdf>
34. Публічна кадастрова карта України. URL: <http://map.land.gov.ua/kadastrova-karta>).
35. Результати інженерно-гідрологічні вишукування на об'єкті «Міст на км 0+250 автомобільної дороги територіального користування місцевого значення Т0516 Костянтинівка - Івано-Пілля». Дніпро, ТОВ «ТОПОГРУП», 2022. 39 с.
36. Рубан С.А., Шинкаревський М.А. Гідрогеологічні оцінки та прогнози режиму підземних вод України : монографія. Київ : УкрДГРІ, 2005. 572 с.

37. Технічний звіт про інженерно-гідрологічні вишукування на об'єкті: «Розробка проектної документації по реконструкції автомобільної дороги загального користування територіального значення Т-05-16 , на ділянці км 2+140». ТОВ «ТОПОГРУП», 2021.
38. Цифрова модель рельєфу USGS [Роздільна здатність : 30 м]. URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/>
39. Шевчук В.Я., Бондаренко В.В. Економіка природокористування. — К.: Знання, 2010. — 383 с.
40. Мішенін Є.В., Мішеніна Г.В. Еколого-економічні основи сталого природокористування: теорія, методологія, практика. — Суми: УАБС НБУ, 2012. — 480 с.
41. Данилюк В.І. Еколого-економічні аспекти меліоративного і водного господарства. — К.: Аграрна наука, 2006. — 320 с.
42. Жовніренко О.М. Еколого-економічна оцінка природоохоронних інвестицій // Економіка природокористування. — 2017. — №1. — С. 55–63.
43. Рамкова водна директива ЄС 2000/60/ЄС.
44. Великий Бурлук (селище)
URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%91%D1%83%D1%80%D0%BB%D1%83%D0%BA_\(%D1%81%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%89%D0%B5\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%91%D1%83%D1%80%D0%BB%D1%83%D0%BA_(%D1%81%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%89%D0%B5))
45. Харківська область.
URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%B0%D1%80%D0%BA%D1%96%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C
46. Дивовижна географія. URL: <https://divovizhna-geografiya.webnode.com.ua/news/geografichne-polozhennya-kharkivskoji-oblasti-geologichna-budova-reljef-ta-korisni-kopalini/>
47. Геологія Харківської області.
URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F_%D0%A5%D0%B0%D1%80%D0

[%BA%D1%96%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D1%97%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%96](#)

48. Сучасні технології досягнення інженерних наук в галузі гідротехнічного будівництва.

URL: https://www.ksau.kherson.ua/files/konferencii/2024/06/mater_04_06_24.pdf

49. Управління природоохоронною діяльністю : лекція.

URL: https://kegt.rshu.edu.ua/images/dustan/2020/pl_1_03.pdf

50. План управління річковим басейном Дону 2025-2030.

URL: https://davr.gov.ua/fls18/tu/RBMP_Don/purb_dn.pdf

51. Гідрологічний режим р. Великий Бурлук.

URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%91%D1%83%D1%80%D0%BB%D1%83%D0%BA_\(%D1%80%D1%96%D1%87%D0%BA%D0%B0\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%91%D1%83%D1%80%D0%BB%D1%83%D0%BA_(%D1%80%D1%96%D1%87%D0%BA%D0%B0))

52. Клімат Харкова. Загальна характеристика.

URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D1%96%D0%BC%D0%B0%D1%82_%D0%A5%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0

53. 'Stunning' flowers blooming at revived river after California dam removal.

URL: <https://www.sfgate.com/bayarea/article/klamath-river-wildflowers-20320792.php>

54. URL: <https://lostcoastoutpost.com/2024/oct/2/and-after-photos-klamath-hydropower-dams-are-all-g/>

55. An Integrated Approach to River Valley Revitalisation. By Julia Gorzelany

URL:

https://www.academia.edu/65129620/An_Integrated_Approach_to_River_Valley_Revitalisation

56. Кадастрова карта.

URL: https://kadastr.live/?nsdi_sm_merega=true&manage_parcel=false&dzk_pzf=true#13.41/50.07622/37.4577

57. «Довготривалі наслідки». Чи буде питна вода на півдні України після руйнації Каховської ГЕС? URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/novyny->

pryazovya-katastrofa-kakhovska-hes-pytna-voda-pivden-ukrayiny/32455576.html; (дата звернення 12.06.2025)

58. ДБН В.2.4-8:2014. Визначення розрахункових гідрологічних характеристик. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 102 с.

ДОДАТКИ

Додаток А.1

Формули до визначення максимальної витрати повені

Коефіцієнт редуції модуля максимальної витрати φ визначається в залежності від величини τ і відношення

$$n = \frac{\tau}{t_c}, \quad (\text{A.1})$$

де τ – тривалість добігання стоку;

t_c – тривалість водовіддачі за добу.

У випадку коли $n > 1$ ($\tau > t_c$) коефіцієнт визначається за формулою

$$\varphi = \frac{0,28 + 0,07n}{1 + 2n} \quad (\text{A.2})$$

і приймається за [27, табл. 82].

Коли час добігання $\tau < 1$ доби, коефіцієнт редуції визначається за формулою

$$\varphi = \frac{t_c}{0,92t_c - 0,24 + (1,94t_c + 5,95)\tau} \quad (\text{A.3})$$

або приймається по [27, табл. 84].

Тривалість добігання хвилі повені визначається за формулою

$$\tau = \frac{L}{v}, \quad (\text{A.4})$$

де L – довжина водотоку, км;

v – швидкість добігання, км/добу.

Швидкість добігання хвилі повені в свою чергу визначається за формулою

$$v = \alpha \cdot H^{1/3}, \quad (\text{A.5})$$

де α – коефіцієнт форми русла і шорсткості його дна і стінок, приймається по [27,табл. 85];

H – падіння річки від її витoku до розрахункового створу, а для малих річок (з $\tau < 1$ доби) від водорозділу до розрахункового створу, м.

Тривалість водовіддачі від сніготанення (силового притоку) t_c визначається за картою ізоліній [3].

Коефіцієнт, що враховує вплив залісеності, заболоченості і неодноразовості сніготанення в окремих ділянках басейну визначається за формулою

$$\rho = \frac{t_c + \tau}{mt_c + \tau + t_i}. \quad (\text{A.6})$$

Коефіцієнт обліку зарегульованості (зниження) максимальної витрати водосховищем в басейні визначається за формулою

$$r = 1 - \frac{W_1}{S_1} \left[1 - \left(1 - \frac{f_1}{F} \right)^n \right], \quad (\text{A.7})$$

де W_1 – регулюючий об'єм водосховища;

S_1 – стік з водозбірної площі f_1 ;

n – показник степені, що приймається для весняної повені рівним 0,75.

Параметри, які входять до даної формули розраховуємо згідно з вимогами, приведеними в [27].

Розрахунковий створ 7 наведено в рис. 3.1.

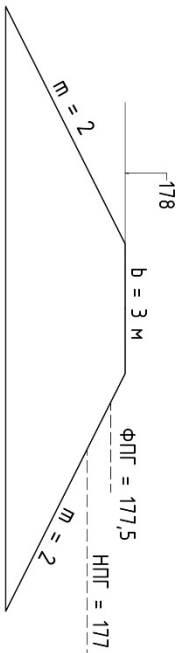
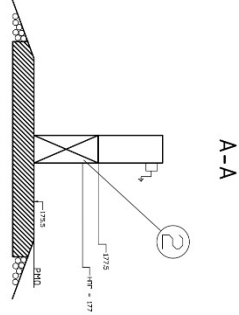
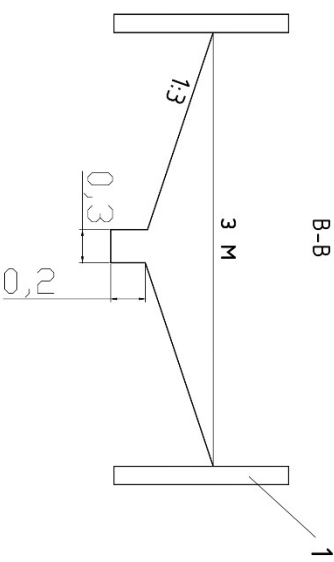
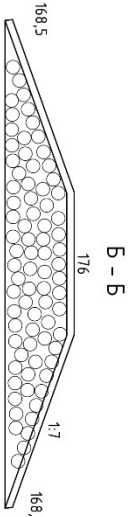
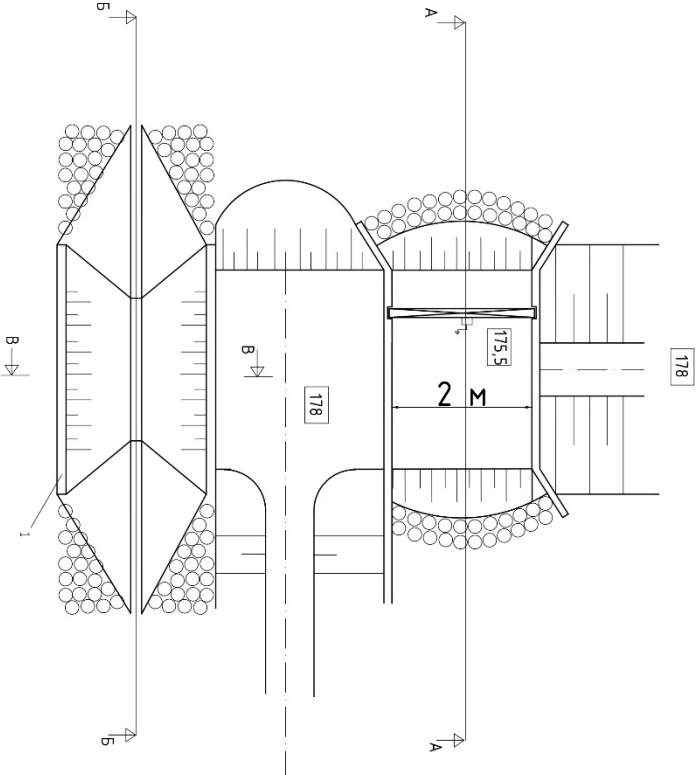
Всі розрахунки виконуємо табличній формі (таблиця 3.2(створи 0, 1, 2) розрахунок по всім створам (22) наведені в додатку А). Створи наведенні на рис. 2.2.

Додаток А.2

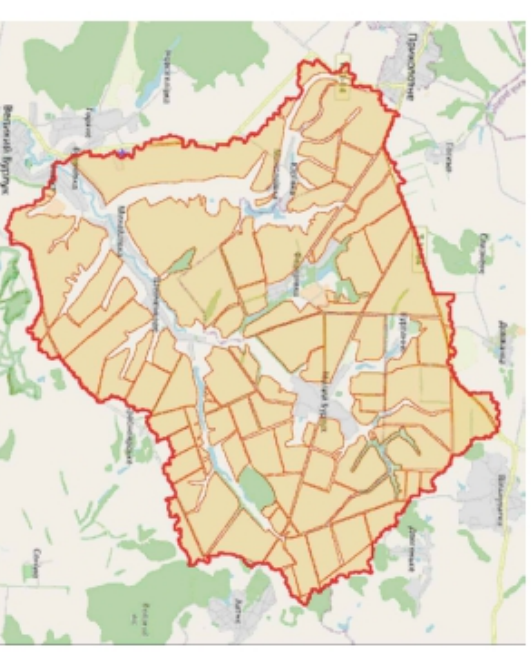
Таблиця А.1. Розрахунки максимальних витрат весняної повені в басейні
річки Великий Бурлук

Найменування показників			
		Показники	
№ створу (ставка)		29	
Площа басейну F ,		км ²	117
Довжина водотоку L ,		км	15
Відстань від гирла,		км	2,2
Падіння ріки H ,		м	48
Інтенсивність водовіддачі a_m , (табл.81)		мм/год	7,5
Коефіцієнт форми та шорсткості русла a , (табл. 85)		км/добу	5
Швидкість добігання хвилі повені $v=aH^{1/3}$		км/добу	18,2
Тривалість добігання хвилі повені $t=L/v$,		доб	0,83
Тривалість водовіддачі від сніготанення t_c , (рис. 49)(рис.45)		доб	5,50
Співвідношення $n=t/t_c$,			0,15
Коефіцієнт редукції: - $j=(0,28+0,07n)/(1+2n)$ при $n>1$; ($t>t_c$)			-
- $j=0,35/(1+2n)$ при $n<1$; $t>1$			-
- $j=t_c/(0,92t_c-0,24+(1,94t_c+5,95)t)$; при $t<1$			0,297
Площа лісів в басейні $f_{\text{л}}$,		км ²	2
Площа боліт в басейні $f_{\text{б}}$,		км ²	2,5
Коефіцієнт складу лісів a ,			0,85
Коефіцієнт підвищення часу водовіддачі за рахунок залісеності та заболоченості $m=1+a f_{\text{л}}/F+f_{\text{б}}/F$			1,04
Умовний час початку віддачі стоку: - у витоку ріки T_u , (рис. 50)		доб	4,8
- в розрахунковому створі ріки T_c , (рис. 50)		доб	4,5
Тривалість неодночасності віддачі стоку $t_{\text{н}}=T_u-T_c$		доб	0,3
Коефіцієнт, що враховує вплив залісеності, заболоченості і неодночасності сніготанення $r=(t_c+t)/(m t_c+t+t_{\text{н}})$			0,93
Регулюючий об'єм водосховища W_1 ,		млн. м ³	0,45
Водозбірна площа водосховища f_1 ,		км ²	50
Об'єм стоку з площі басейну водосховища $S_1=0,001 h_{\text{пл}} f_1$,		млн. м ³	8,3
Коефіцієнт, що враховує зарегулювання витрати водосховищем, $r_1=1-(W_1/S_1)[1-(1-f_1/F)^{0,75}]$			0,98
Регулюючий об'єм водосховища W_2 ,		млн. м ³	0,5

Водозбірна площа водосховища f_2 ,		км^2	67
Об'єм стоку з площі басейну водосховища $S_2=0,001h_{p1\%}f_2$,		млн. м^3	11,06
Коефіцієнт, що враховує зарегулювання витрати водосховищем, $r_2=1-(W_2/S_2)[1-(1-f_2/F)^{0,75}]$			0,98
Сумарний коефіцієнт зарегулювання водосховищами, $r=r_1r_2$			0,96
Максимальна витрата $Q_{1\%}=0,28a_mjFrr_1$,	1%	$\text{м}^3/\text{с}$	65
Забезпеченість, Р, %/модульний коефіцієнт, l,	3%	0,75	48,7
	5%	0,64	41,5
	10%	0,47	30,5
	25%	0,25	16,2
	0,5 %	1,19	77,2
Шар стоку повені 1 % забезпеченості $h_{p1\%}$, (рис.48)		мм	165
Об'єм стоку повені $W_{1\%}=0,001h_{p1\%}F$,	1%	млн. м^3	18,9
Забезпеченість, Р, %/модульний коефіцієнт, l,	3%	0,73	13,8
табл.77	5%	0,59	11,1
	10%	0,37	7,0
	25%	0,16	3,0
	0,5 %	1,18	22,2



Дипломний проект	Виконав	Перевірив	Затвердив
Пародободиплідація	Кірило	Світлана	Олександр
Висхідної геологічної	Кірило	Світлана	Олександр
рчки Великий Буржук	Кірило	Світлана	Олександр
Конструкція мостового	Кірило	Світлана	Олександр
Водостічної решітки	Кірило	Світлана	Олександр
Діаметр	Д	1	3
Фізич	Фізич	Фізич	Фізич



Водні
об'єкти

Довжина річки – 18,6 км

Довжина нересихаючих водних об'єктів – 37,8 км

Довжина яружно-балочної мережі – 159 км

Гіпотезу

Pink

Страна	С.В.В.	С.В.В.	С.В.В.
Украина	100%	100%	100%
Россия	100%	100%	100%
Бразилия	100%	100%	100%
Индия	100%	100%	100%
Китай	100%	100%	100%
США	100%	100%	100%
Япония	100%	100%	100%
Германия	100%	100%	100%
Франция	100%	100%	100%
Великобритания	100%	100%	100%
Италия	100%	100%	100%
Скандинавия	100%	100%	100%
Средиземноморье	100%	100%	100%
Ближний Восток	100%	100%	100%
Африка	100%	100%	100%
Австралия	100%	100%	100%
Южная Америка	100%	100%	100%
Океания	100%	100%	100%
Антарктида	100%	100%	100%
Арктика	100%	100%	100%
Северный полюс	100%	100%	100%
Южный полюс	100%	100%	100%
Космос	100%	100%	100%
Подводный мир	100%	100%	100%
Вселенная	100%	100%	100%
Земля	100%	100%	100%
Вода	100%	100%	100%
Воздух	100%	100%	100%
Почва	100%	100%	100%
Животные	100%	100%	100%
Растения	100%	100%	100%
Минералы	100%	100%	100%
Металлы	100%	100%	100%
Нефть	100%	100%	100%
Газ	100%	100%	100%
Энергия	100%	100%	100%
Техника	100%	100%	100%
Наука	100%	100%	100%
Искусство	100%	100%	100%
Литература	100%	100%	100%
Музыка	100%	100%	100%
Спорт	100%	100%	100%
Мода	100%	100%	100%
Кулинария	100%	100%	100%
Медицина	100%	100%	100%
Психология	100%	100%	100%
Философия	100%	100%	100%
Религия	100%	100%	100%
История	100%	100%	100%
География	100%	100%	100%
Астрономия	100%	100%	100%
Биология	100%	100%	100%
Химия	100%	100%	100%
Физика	100%	100%	100%
Математика	100%	100%	100%
Языки	100%	100%	100%
Программирование	100%	100%	100%
Бизнес	100%	100%	100%
Политика	100%	100%	100%
Правоведение	100%	100%	100%
Экономика	100%	100%	100%
Социология	100%	100%	100%
Психиатрия	100%	100%	100%
Психология	100%	100%	100%
Педагогика	100%	100%	100%
Филология	100%	100%	100%
Лингвистика	100%	100%	100%
Литературоведение	100%	100%	100%
Историческое наследие	100%	100%	100%
Археология	100%	100%	100%
Этнология	100%	100%	100%
Антропология	100%	100%	100%
Социальная антропология	100%	100%	100%
Культурология	100%	100%	100%
Эстетика	100%	100%	100%
Мушкетеры	100%	100%	100%
Пираты	100%	100%	100%
Викинг	100%	100%	100%
Самурай	100%	100%	100%
Воин	100%	100%	100%
Герой	100%	100%	100%
Меч	100%	100%	100%
Копье	100%	100%	100%
Щит	100%	100%	100%
Броня	100%	100%	100%
Оружие	100%	100%	100%
Битва	100%	100%	100%
Сражение	100%	100%	100%
Полк	100%	100%	100%
Армия	100%	100%	100%
Флот	100%	100%	100%
Войска	100%	100%	100%
Солдаты	100%	100%	100%