

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра водогосподарської інженерії

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри водогосподарської
інженерії

доцент _____ Андрій ТКАЧУК

« _____ » жовтня 2025 р.

Пояснювальна записка

до дипломної роботи

другий (магістерський) рівень вищої освіти

на тему **Технічний стан гідротехнічних споруд та шляхи
його поліпшення в басейні річки Тритузна**

Виконав: студент 2 курсу,

групи МгГТБ-1-24

Спеціальність – 194 "Гідротехнічне

будівництво, водна інженерія та водні
технології"

Освітньо-професійна програма

"Гідромеліорація"

Владислав БЕЗОТОСНИЙ

Керівник : доц. Віктор ДОЦЕНКО

Рецензент

: _____

(прізвище та ініціали)

Дніпро – 2025

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра водогосподарської інженерії
другий (магістерський) рівень вищої освіти
Спеціальність - 194 "Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні
технології"
Освітньо-професійна програма "Гідромеліорація"

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Зав. кафедрою водогосподарської
інженерії
_____ Андрій ТКАЧУК
« ____ » жовтня 2025 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студентів
Безотосному Владиславу Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема проекту: Технічний стан гідротехнічних споруд та шляхи
його поліпшення в басейні річки Тритузна

керівник проекту _____ Доценко Віктор Іванович, к.с.-г.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом по агроуніверситету від «_10_» жовтня 2025 р. № 3035

1. Термін здачі студентом закінченого проекту : «_16_» грудня__ 2025_ р.

2. **Вихідні дані до роботи** 1. План водозбору досліджуваної території в горизонталях. 2. Збірна відомість водойм та гідротехнічних споруд на водозборі р. Тритузна . 4. Довідникові матеріали з кліматичних, гідрологічних , геологічних та гідрогеологічних х-ках району проектування. 5. Інтернет ресурс – про землекористування на території розрахункового водозбору та дані дистанційного зондування Землі.

3. **Зміст розрахунково-пояснювальної записки** (перелік питань, що потрібно розробити) Вступ. 1. Природно-кліматичні умови на території проектування (водозбір р. Тритузна); 2. Гідрологічна вивченість території, гідрологічні та водогосподарські розрахунки для розрахункового водозбору. 3. Х-ка ГТС на водних об'єктах досліджуваної території та шляхи поліпшення технічного стану. 4. Розрахунок та аналіз пропуску надзвичайних витрат гідротехнічними спорудами на водних об'єктах басейну річки. 5. Характеристика навколишнього природного середовища і оцінка впливу на нього. 6. Охорона праці при експлуатації гідротехнічних споруд та безпека в

надзвичайних ситуаціях. 7. Розрахунок економічної ефективності проекту обґрунтування технічного стану ГТС. Висновки

4. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 1. Презентація в PowerPoint. 2. Результати геопросторового аналізу в ГІС QGIS – презентація основного картографічного матеріалу. Технічні креслення

5. Консультанти розділів проекту

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

6. Дата видачі завдання: « 11 » жовтня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ пп	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Вступ. 1. Природно-кліматичні умови на території проектування (водозбір водосховища);	09.25	
2	Гідрологічна вивченість території, гідрологічні та водогосподарські розрахунки для розрахункового водозбору	09.25	
3	Х-ка ГТС на водних об'єктах досліджуваної території. <u>шляхи поліпшення технічного стану ГТС</u>	10.25	
4	Розрахунок та аналіз пропуску надзвичайних витрат гідротехнічними спорудами на водних об'єктах басейну річки.	11.25	
5	Охорона праці при експлуатації гідротехнічних споруд та безпека в надзвичайних ситуаціях	11.25	
6	Розрахунок економічної ефективності проекту обґрунтування технічного стану ГТС.	01.12.25	
7	Висновки. Креслення. Презентація в PowerPoint та QGIS	05.12.25	
	Поточний контроль виконання ДП за планом	До 10.12.2025 р.	
	Перевірка на збіги. Передзахист ДП на кафедрі	16.12.2025 р.	
	Представлення ДП на рецензію	20.12.2025 р.	

Студент-дипломник _____ Безотосний В.О.
(підпис)

Керівник проекту _____ / Доценко В.І.

РЕФЕРАТ

Дипломна робота містить 95 сторінок, 32 таблиць, 28 рисунків. Список літератури складає 47 джерела інформації.

Об'єкт дослідження – гідрологічний режим в басейні р. Тритузна та технічний стан гідротехнічних споруд у складі гідровузлів

Предметом дослідження є наявні в басейні р. Тритузна водні об'єкти (ставки, водосховища) та гідротехнічні споруди на них.

Метою роботи є вивчення технічного стану водоскидних гідротехнічних споруд на водних об'єктах в басейні р. Тритузна та шляхи його покращення, а також оцінку їх пропускної здатності при формуванні надзвичайних витрат.

Для візуалізації гідротехнічних об'єктів використані картографічні сервіси Google Earth, ESRI World Imagery, USGS.

Креслення та рисунки виконано в ГІС з відкритим кодом QGIS.

Ключові слова: гідрологічний режим, технічний стан та пропускна здатність гідротехнічних споруд.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 Природно-КЛІМАТИЧНІ умови району дослідження.....	9
1.1 Кліматична характеристика для басейну р. Тритузна.....	10
1.2 Рельєф на водозборі річки Тритузна.....	15
1.3 Геологічні та гідрологічні особливості в басейні р. Тритузна	18
1.4 Ґрунти на водозборі р. Тритузна	20
2 ГІДРОЛОГІЧНА ВИВЧЕНІСТЬ БАСЕЙНУ р. ТРИТУЗНА.....	23
2.1 Гідрографічна мережа та водні об'єкти на водозборі річки Тритузна	23
2.2 Гідрологічні та гідрометричні спостереження.....	28
2.3 Гідрологічний режим водотоків на водозборі р. Тритузна	31
2.4 Зарегульованість стоку в басейні р. Тритузна	34
3. ГІДРОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ ДЛЯ ОБҐРУНТУВАННЯ РІЧКОВОГО СТОКУ ТРИТУЗНОЇ.....	36
3.1 Розрахунок річного стоку та його внутрішньорічний розподіл.....	36
3.2 Визначення характеристик максимального стоку водопілля за розрахунковими створами.....	42
4 ЗВЕДЕНІ ДАНІ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ВОДОЗБОРУ РІЧКИ	44
4.1 Характеристика водосховищ	44
4.2 Зведені дані про ставки водозбору.....	45
4.3 Характеристика ГТС на водних об'єктах водозбору річки	49
4.4 Сучасні процеси обезводнення водних об'єктів на водозборі річки..	53

5 РОЗРАХУНОК НАДЗВИЧАЙНИХ ВИТРАТ ТА АНАЛІЗ ЇХ ПРОПУСКУ ГІДРОТЕХНІЧНИМИ СПОРУДАМИ.....	58
5.1 Визначення надзвичайних витрат за розрахунковими створами та пропускної здатності водоскидів на водних об'єктах водозбору	58
5.2 Експлуатаційні заходи в період пропуску паводку і в аварійних умовах.....	67
5.3 Заходи щодо поліпшення надійності в роботі водоскидних ГТС на водних об'єктах в басейні р. Тритузна	73
6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУ ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ГТС.....	76
ВИСНОВКИ.....	79
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	81
ДОДАТКИ.....	85

ВСТУП

Гідротехнічні споруди в степовій частині України займають вагомe місце в управлінні водними ресурсами. Бум гідротехнічного будівництва припав на 60-80 роки минулого століття і з тих під великих зусиль на підтримку їх в належному експлуатаційному стані не вкладували. Тому більшість гідротехнічних споруд у складі гідровузлів рівнинних річок зараз знаходяться в занедбаному стані та потребують як мінімум рішення моніторингових задач з оцінки їх надійності, стійкості, відповідності експлуатаційним задачам.

Регіональний офіс водних ресурсів у Дніпропетровській області (РОВР) ще дл 2010 року проводив моніторинг, паспортизацію та інвентаризацією річок і водоймищ області. Ці дані, які є вихідними для вирішення задач представленої роботи, вказують, що кількість водоймищ в області перевищує 3000, а об'ємом зарегульованого стоку сягає 1,2 км³.

Одним з найбільш зарегульованих є басейн Мокрої Сури в межах якого знаходиться басейн річки Тритузна.

Об'єктом нашого дослідження є гідрологічний режим в басейні р. Тритузна та технічний стан гідротехнічних споруд у складі гідровузлів. Площа водозбору цієї частини басейну р. Тритузна складає 287 км².

Предметом дослідження є наявні в басейні р. Тритузна водні об'єкти (ставки, водосховища) та гідротехнічні споруди на них.

За мету дослідження ми поставили собі вивчення технічного стану водоскидних гідротехнічних споруд на водних об'єктах в басейні р. Тритузна та шляхи його покращення, а також оцінку їх пропускної здатності при формуванні надзвичайних витрат .

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

- Широко висвітлити та вивчити природно-кліматичні умови що сформовані на території водозбору р. Тритузна;
- ознайомитись та надати повну характеристику про гідрологічну вивченість басейну річки на підставі опрацювання нормативної, довідникової та спеціальної літератури;
- визначити характерні гідрологічні та водогосподарські характеристики як для басейну р. Тритузна в цілому, так і для виділених створів;
- надати характеристику водних об'єктів (ставки і водосховища) на водозборі річки шляхом аналізу даних річних звітів обласного державного управління водних ресурсів;
- надати характеристику гідротехнічним спорудам на водозборі річки Тритузна за даними річних звітів обласного державного управління водних ресурсів;
- провести аналіз пропуску високих вод на річках Дніпропетровської області в останні 5-10 років;
- оцінити роботу водопідпірних та водоскидних гідротехнічних споруд і їх пропускну здатність при формуванні надзвичайних витрат і відповідність умов роботи вимогам надійності ГТС при їх експлуатації.

В якості вихідних даних використані доступні безкоштовні картографічні сервіси та портали: ESRI World Imagery [1], Google Earth Pro [2], USGS [47], багаторічні довідникові дані з кліматичної та гідрологічної вивченості території дослідження [42], дані інвентаризаційні по водним об'єктам та гідротехнічним спорудам на водозборі р. Тритузна [29].

1 ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Природні умови описані для басейну р. Тритузна, яка є правою притокою Мокрої Сури, що в свою чергу впадає в Дніпро. Річка протікає в межах «Південнопридніпровської схилово-височинної області» [16]. Водозбір річки розташований в Дніпропетровській та Запорізькій областях, в межах їх трьох районів (рис.1.1).

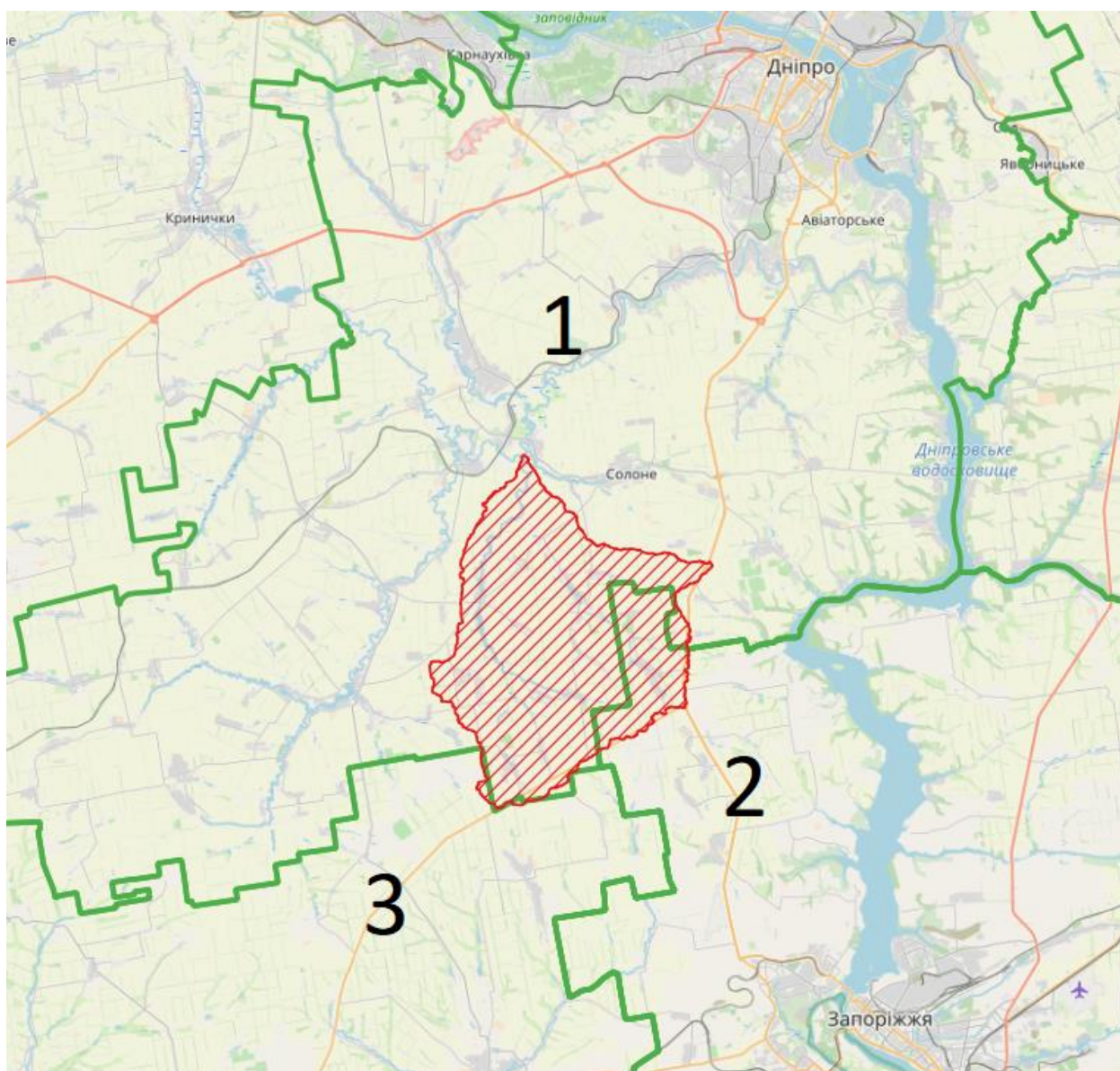


Рисунок 1.1 – Адміністративне розташування водозбору р. Тритузна: 1 – Дніпропетровський район; 2- Запорізький район; 3 – Нікопольський район

1.1 Кліматична характеристика для басейну р. Тритузна

Дніпропетровська область розташована в центральній частині України, яку відносять до зони помірних широт. Відносно активна атмосферна циркуляція характеризується переміщення повітряних мас, в основному, з заходу на схід.

Клімат області, за стандартною класифікацією, відносять до помірно-континентального типу. «Континентальність збільшується з південного заходу на північний схід, що підтверджується збільшенням амплітуди добових і річних температур повітря» [32]. Однією з особливостей клімату території є значні коливання погодних умов з року в рік. «Помірно-вологі роки змінюються різко засушливими, а посушливість нерідко підсилюється дією суховіїв. У цілому клімат характеризується відносно прохолодною зимою і жарким літом» [19] (рис. 1.2.).



Умовні позначення

● Метеорологічні станції мережі спостереження

Переважний напрямок
 ⇒ у липні ⇐

Температура повітря у градусах Цельсія, (°C)
 + 40 Найвищі значення температури повітря, що були зафіксовані (абсолютний максимум)
 - 38 Найнижчі значення температури повітря, що були зафіксовані (абсолютний мінімум)

Середня річна кількість опадів у міліметрах

	понад 47
	450–475
	425–450
	до 425

Рисунок 1.2- Клімат Дніпропетровської області

Кліматична характеристика водозбору річки Тритузна наведена за спостереженнями метеостанцій Лошкарівка, яка знаходиться західніше водозбору, Нікополь – південніше, та Комісарівка – в північній частині. «Рівнинний характер рельєфу сприяє вільному переміщенню як холодних повітряних мас з півночі, так і теплих – з півдня» [19].

Температура повітря. Як і всяке тіло, повітря має температуру. Безперервно змінюючись з плином часу, температура виявляє як добовий і річний хід, так і більш значні неперіодичні коливання, які пов'язані з адвекцією повітряних мас. «Режим температури обумовлюється низкою процесів і факторів, головними з яких є умови припливу сонячної радіації, циркуляції атмосфери та характеру підстильної поверхні» [16]. протягом року ці фактори неоднозначні, міняються як за значеннями, так і за кліматичними сезонами, «тому і характер термічного режиму змінюється від сезону до сезону» [16].

Середньомісячна температура повітря (рис. 1.3.) є найбільш інформативною характеристикою, наведена в табл.1.1. Серед зимових місяців найтеплішим є грудень, середньомісячна температура його змінюється від -0,7 °C до -2,6 °C. В останні роки спостерігається практично постійно температура вище за норму, що є проявом процесів зміни клімату. Січень з середньомісячною температурою від -4,1 °C до -6,1 °C є найхолоднішим. Температури в березні та квітні ростуть на 8-8,5 °C за місяць, в травні – на 6-6,5 °C. Липень з середньомісячною температурою 21 °C і вище є самим теплим [6].



Рисунок 1.3- Середня місячна температура повітря [19]

Таблиця 1.1 - Тривалість кліматичних періодів (середня) – число днів з температурою вище заданого порогу [32]

Температура повітря, °С	Забезпеченість, %				
	10	25	50	75	90
0 °С	279	268	255	24	233
+5 °С	2272	219	211	201	194
+10 °С	179	173	171	158	152
+15 °С	147	140	129	124	114

Річний хід температури повітря розділяє рік на кліматичні сезони. Межі сезонів наведені в табл. 1.2. Тривалість кліматичних сезонів «широко варіює у залежності від метеоумов конкретного року» [32].

Таблиця 1.2 - Ймовірність (%) зниження температури повітря нижче мінус 15 °С у зимовий період [32]

Метеостанція	Температура	Місяць				
		XI	XII	I	II	III
Комісарівка	середньодобова	0,3	4,2	10,6	9,3	1,0
	мін. за добу	2,3	11,9	20,6	21,8	3,9

Характерною рисою зимового періоду є часті відлиги. У середньому за сезон відмічається 6-8 відлиг із середньою тривалістю близько 5 днів. Спостерігалися роки, коли середня місячна температура повітря всіх зимових місяців була позитивною, а ріки не замерзали [19].

Зимовий характер розподілу температур зберігається ще і в березні, хоча з цього місяця починається інтенсивне підвищення температури.

Вологість повітря «звичайно характеризується пружністю водяного пару, відносно вологістю і дефіцитом вологості повітря» [16]. Аналіз даних, наведених у табл. 1.3, показує, що взимку вологість повітря знаходиться в межах 80-90%, а дефіцит насичення водяною парою повітря незначний - 0,4-0,7 мб. Весняні місяці дефіцит вологості збільшується на 3-4 мб за місяць, при максимумі 12-13 мб у липні-серпні. Помітна тенденція до його підвищення з північного сходу на південний захід. У добовому ході максимальний дефіцит вологості повітря спостерігається в післяобідні години, а мінімум - перед сходом сонця; найменша добова амплітуда спостерігається взимку (0,3 -0,5 мб), В сухі періоди літа дефіцит вологості повітря може досягати величезних і катастрофічних для рослин величин – до 40 мб і більше, а відносна вологість повітря в сучасних умовах часто менше 30% [19].

У табл. 1.3 наведені дані про число днів із відносною вологістю менше 30% у всі терміни спостережень, тобто з посухою за даними метеостанцій Дніпровської області. Найбільша ймовірність появи повітряної посухи спостерігається в травні.

Таблиця 1.3 - Число днів із відносною вологістю повітря менше 30 % у всі терміни спостережень [6]

Метеостанція	Місяць									За рік
	03	04	05	06	07	08	09	10	11	
Комісарівка	0,4	6,1	9,3	8,5	7,7	8,2	6,3	1,8	0,4	49
Нікополь	0,5	5,4	6,7	6,1	7,2	7,1	4,6	1,4	0,3	39

Атмосферні опади. Рушівною силою характеру випадання атмосферних опадів є циклонічна діяльність атмосфери. «У літній період значну частину опадів складають внутрішні, пов'язані з розвитком конвекції» [16]. Вплив височин на кількості опадів позначається особливо в холодну частину року. При підвищенні земної поверхні на 100 метрів вони збільшуються приблизно на 50 мм.

У середині року опади нерівномірні: «у теплий період їх випадає 60-70%, а в холодний - 30-40 % річної суми» [19].

Сніговий покрив є важливим фактором накопичення ґрунтової вологи та підземного живлення рочок в сухі періоди року. «На території області стійкий сніжний покрив звичайно встановлюється в грудні» [32]. Найбільша кількість опадів випадає в червні - до 71 мм, найменша, як правило взимку, у лютому, весною - у березні, восени - у вересні (30-40 мм) (таблиця 1.5). Норма річної сума опадів становить 520 мм. Максимальна кількість за один зливовий дощ може перевищувати 100 мм.

Таблиця 1.4 - Середня кількість опадів [6]

Метеостанція	Місяць												Рік
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
Комісарівка	34	30	30	39	43	64	58	48	32	38	37	39	492
Лошкарівка	37	34	33	41	44	66	60	49	33	40	39	42	518
Нікополь	41	35	32	39	41	58	50	46	32	33	41	45	493

Сніговий покрив утворюється в середньому 20 грудня. Тривалість збереження снігового покриву досягає 80 днів . Танення снігу відбувається за 8–10 днів [32].

Висота снігу невелика , змінюється від 3 см до 6–8 см . В окремі сніжні роки висота снігового покриву досягає 70-100 см. Середні багаторічні величини щільності снігу змінюються від 0,10 г/см³ (тільки випав) до 0,30 г/см³ коли тоне, а запаси води в снігу в середньому не перевищують 20–30 мм.

1.2 Рельєф на водозборі річки Тритузна

Рельєф на водозборі Тритузної характерний для хвилястої рівнини, типовий для Дніпровської області.

Геологічна структура поділяє область в геоструктурному відношенні на три регіони. Водозбір Тритузної відноситься до Правобережної частини і знаходиться у межах «Придніпровського і частково Кіровоградського блоків Українського щита» [46].



Рисунок 1.4- Форми рельєфу L

В цілому поверхня водозбору Тритузної дуже розчленована глибокими долинами річок, балками та ярами [16].

Рельєф водозбору р.Тритузна характерний для рівнинної частини Дніпропетровської області. Для об'єкту дослідження рельєф побудований на основі цифрової моделі місцевості (ЦМР) запозиченої на ГІС-порталах геологічної служби США – SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) [47].

Картографічна продукція в роботі виконана на програмному забезпеченні ГІС з відкритим кодом QGIS. Рельєф водозбору р. Тритузної представлений на рис.1.5.

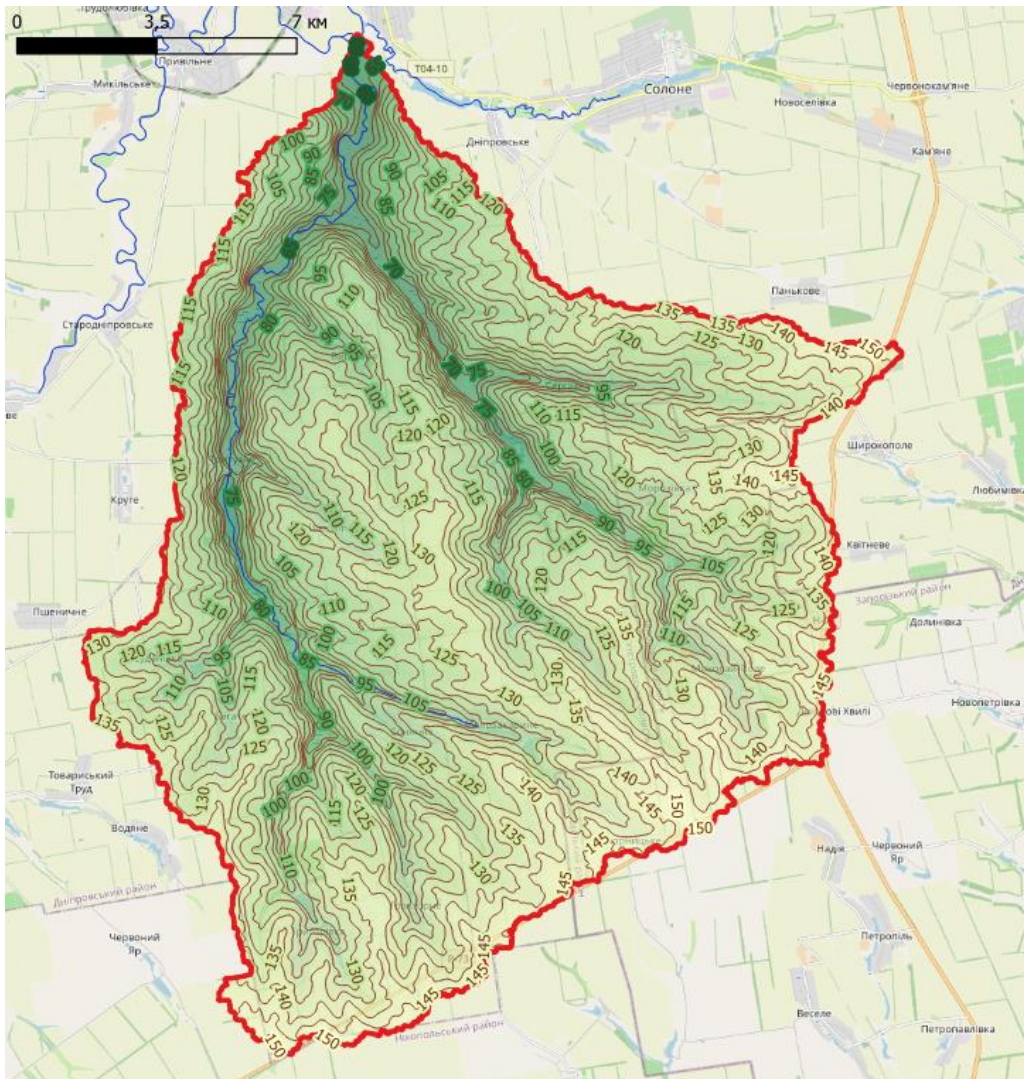


Рисунок 1.5 – Рельєф водозбору р. Тритузна

Морфологічні особливості рельєфу визначені гідрогеологічними процесами [43]. В гирловій частині річки поперечний профіль (рис.1.6) типовий для рівнинної частини Південнопридніпровської схилово височинної області. Величина врізу річкової долини (як видно з профілю) досягає 50-55 м. Довжини однотипних схилів значні, до 2-3 км, що може викликати значний склоновий стіку та спонукати до водної ерозії.

Максимальні відмітки землі на вододілі водозбору сягають 151 м БС, мінімальна в місці впадіння Тритузної в р. Комишувата Сура - 58 м. Середня висота водозбору – 116 м БС.

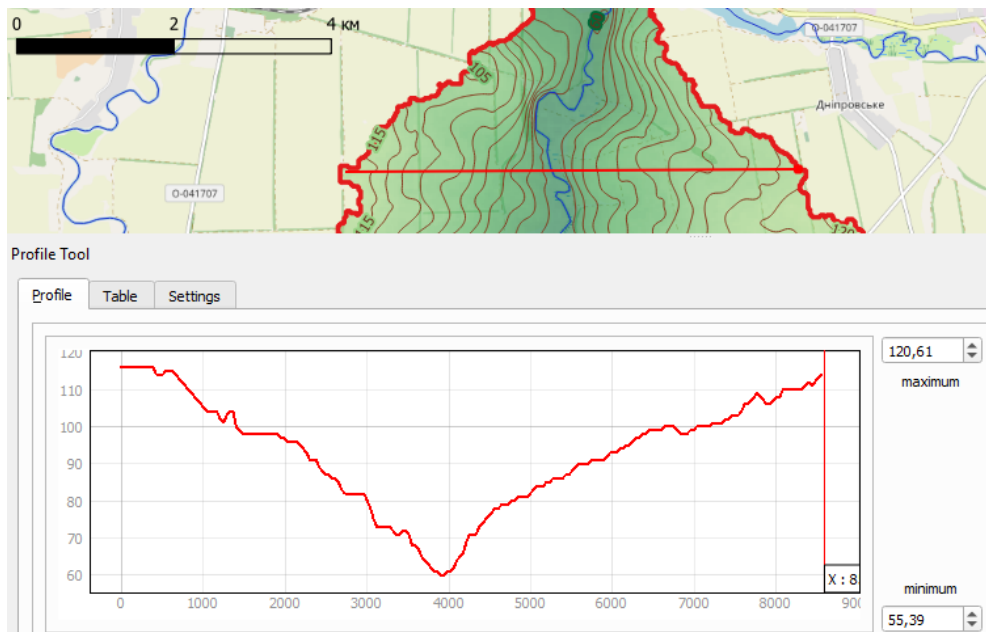


Рисунок 1.6 – Профіль (червона пряма лінія) по гирловій частині водозбору р. Тритузна

Крутизна схилів балок, яку визначили за допомогою QGIS (рис.1.7) в нижній їх частині сягає 9° . Середньовиважений похил для водозбору р. Тритузна склав 1,4 градуси.

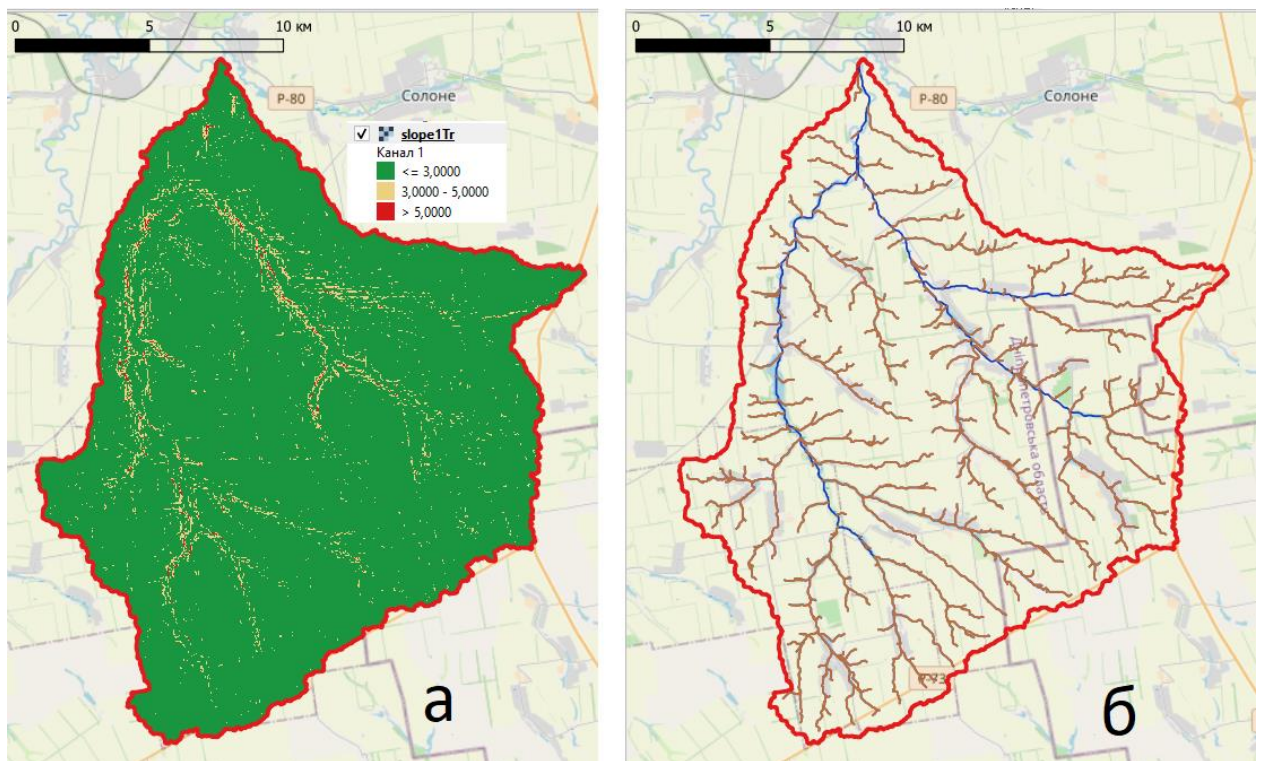


Рисунок 1.7 – Похили земної поверхні на водозборі р. Тритузна (а) та розчленованість водозбору балками та гідрографічною мережею

Розчленованість рельєфу балками та гідрографічною мережею значна. Визначена за допомогою інструментів QGIS становить $1,8 \text{ км/км}^2$. Аналіз моделювання яружної мережі показує, що цифрова модель рельєфу занижує реальний ступінь розвитку ерозійних процесів, про що свідчать порівняння знімків Google Earth та моделі ярів QGIS (рис.1.8).



Рисунок 1.8 – Порівняння реального ступіню розвитку ерозійних процесів з моделюванням яружної мережі на водозборі р. Тритузна

Густота річкової мережі становить $0,25 \text{ км/км}^2$, що близько регіонального значення для водозбору р. Мокра Сура [42].

1.3 Геологічні та гідрогеологічні особливості в басейні р. Тритузна

Геологічна будова. У геологічній будові території «беруть участь породи протерозойського, палеогенового, неогенового і четвертичного віків» [43].

Кристалічні породи архейського віку (AR) і утворення кори їх вивітрювання (PZ-KZ) мають повсюдне розповсюдження. «Кристалічні породи характеризуються наявністю зони активної тріщинуватості середньою потужністю 50 м, на ділянках тектонічних порушень вона може досягати 200 м» [43]. Глибина залягання таких порід досягає 120 м на вододільних територіях та хребтах. По тальвегам балок та в заплаві річки – значно менша: 20-30 м.

Палеогенові відклади представлені «товщею глинистих порід кийвської свити (P2kv) і глинисто-піщаними відкладеннями загальною потужністю до 70 м» [43].

Неогеновий ярус сармату «залягає безпосередньо на глинистих породах кийвської свити і складний різнозернистими пісками, глинами і вапняками» [43]. Їх потужність 28-40 м, потужність вапняків, які залягають вище, 4-15 м.

Четвертинні відклади мають повсюдне розповсюдження і представлені елювіальні (evP) і еолово-делювіальні лесовидні суглинки загальною потужністю 10-20 м, перекритими рослинним шаром потужністю 0,3-1,1 м . м.

Гідрогеологічні умови. За картами гідрогеологічного районування України басейн р. Тритузна «розташований в Східнопридніпровському гідрогеологічному районі» [43], рис. 1.9.

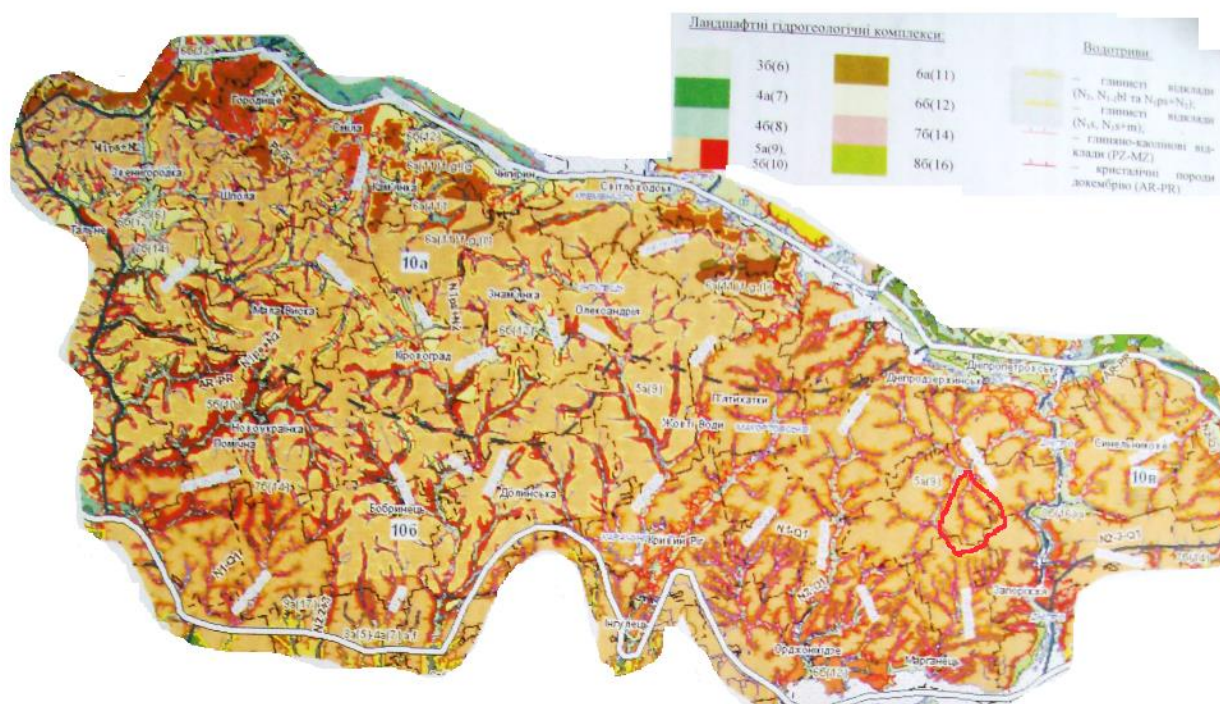


Рисунок 1.9 – Гідрогеологічні умови Східнопридніпровського гідрогеологічного району: Інгуло-Інгулецький підрайон – 106 [43], водозбір річки Тритузна виділений червоним кольором

На території водозбору Тритузної поширені водоносні горизонти четвертинних відкладень, неогену та горизонт архейського віку.

Водоносний горизонт архейських порід приурочений до зони активної тріщинуватості, середня потужність якої складає 50 м і може досягати 200 м на ділянках тектонічних порушень. Коефіцієнт фільтрації архейських порід змінюється від 0,1 до 24 м/доб. Горизонт напірний, в заплаві р. Базавлук архейський і четвертинний водоносні горизонти є єдиним водоносним комплексом.

1.4 Ґрунти на водозборі р. Тритузна

На території області, що розташована в межах Причорноморської степової геоботанічної провінції, «під впливом різноманітних природних умов сформувалися 277 ґрунтових різновидів, що відрізняються за складом, фізичними, хімічними і біологічними властивостями» [16]. Розподілені вони відповідно до закону горизонтальної (широтної) і вертикальної (висотної) зональності.

Основними ґрунтами на території області є «чорноземи повнопрофільні, що відносяться до плакорних ділянок, що займають 48,3 % земельної площі, у тому числі звичайні чорноземи (42,3 %) і південні (5,7 %)» [36]. «Еродовані ґрунти, що займають схили різної крутизни і довжини, складають 36,6 % загальної площі земель області» [36] (рис. 1.10).



Умовні позначення

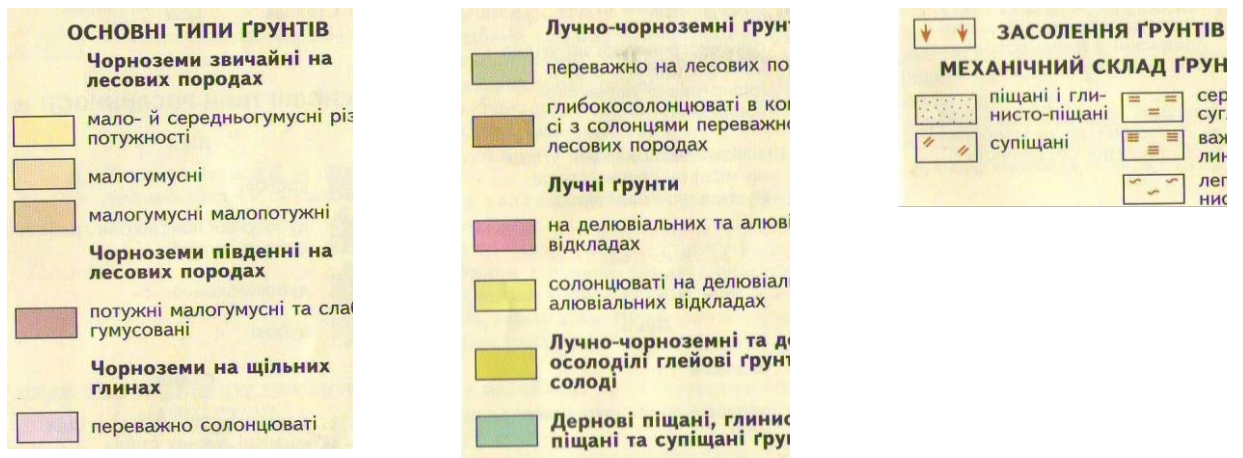


Рисунок 1.10- Ґрунти Дніпропетровської області [36]

У ґрунтово-кліматичному відношенні територія області підрозділяється на чотири райони: північний, центральний, південний та район заплави та надзаплавної тераси річок [20]. Територія водозбору р. Тритузна відноситься до центрального району та району заплави річок.

На території водозбору Тритузної «чорноземи звичайні є головною та найбільшою групою ґрунтів» [20]. Ці ґрунти «займають всі елементи

вододілів, схилів балок. На вододільних плато і верхній частині схилів крутизною до 2° звичайно розміщені їх незмиті різниці» [20]. «Чорноземи звичайні потужні незмиті характеризуються глибиною гумусового горизонту до 80-90 см, у тому числі верхній гумусовий горизонт (Н) до 40-45 см, середньопотужні - до 68-80 см (Н = 37-42 см), малопотужні - до 60-68 см (Н = 35-38 см)» [36]. За механічним складом ґрунти на водозборі легкосуглинкового до важкосуглинкового і легкоглинистого складу. Найбільше поширені важкосуглинкові ґрунти. Механічний склад помітно впливає на глибину гумусованого горизонту: вона менша в більш важких за механічним складом ґрунтів. «Чорноземи звичайні - це дуже родючі землі, що містять значну кількість поживних речовин» [20]. У гумусовому горизонті чорноземів звичайних середньогумусних середньопотужних «міститься в середньому 6,4 % гумусу, малогумусних потужних і середньопотужних - 4,3 %, малогумусних малопотужних - 4,1 %» [27].

2 ГІДРОЛОГІЧНА ВИВЧЕНІСТЬ БАСЕЙНУ Р. ТРИТУЗНА

На теренах Дніпропетровської області, гідрографічна мережа якої представлена 55 річками довжиною понад 25 км, гідрологічні та гідрометричні спостереження практично є достатніми для більшості водних об'єктів .

2.1 Гідрографічна мережа та водні об'єкти на водозборі річки Тритузна

Басейн річки розглядають як складову з «поверхневий та підземний водозбори» [42]. Поверхневий водозбір звичайно можна виділити за рельєфом місцевості, з якої вода живить річкову систему.

Тритузна — річка в Україні, права притока Мокрої Сури (басейн Дніпра). Довжина 30 км, площа басейну 289 км². Річище помірно звивисте, на окремих ділянках улітку пересихає. Похил річки 2,4 м/км. Споруджено декілька ставків, найбільший з яких розташований біля села Новопокровки. Річка Тритузна бере початок біля села Тритузне. Тече в межах Придніпровської височини спершу на північний захід і північ, далі — переважно на північний схід. Впадає до Мокрої Сури на північний захід від села Аполлонівка. Гідрографічна сітка р. Тритузна (довжина якої складає 30 км) включає в себе річки, струмки і балки (рис.2.1), які наведені в зведеній таблицях (табл. 2.1 та 2.2).

Середню висоту водозбору визначають за зваженою по i -м площам (f_i), що заключені між сусідніми горизонталями (H_1, H_2, \dots, H_n) за формулою [35].

$$H_{\text{сер}} = \frac{H_1 f_1 + H_2 f_2 + \dots + H_n f_n}{F}, \quad (2.3)$$

Водні об'єкти на водозборі визначені в QGIS (рис.2.2).

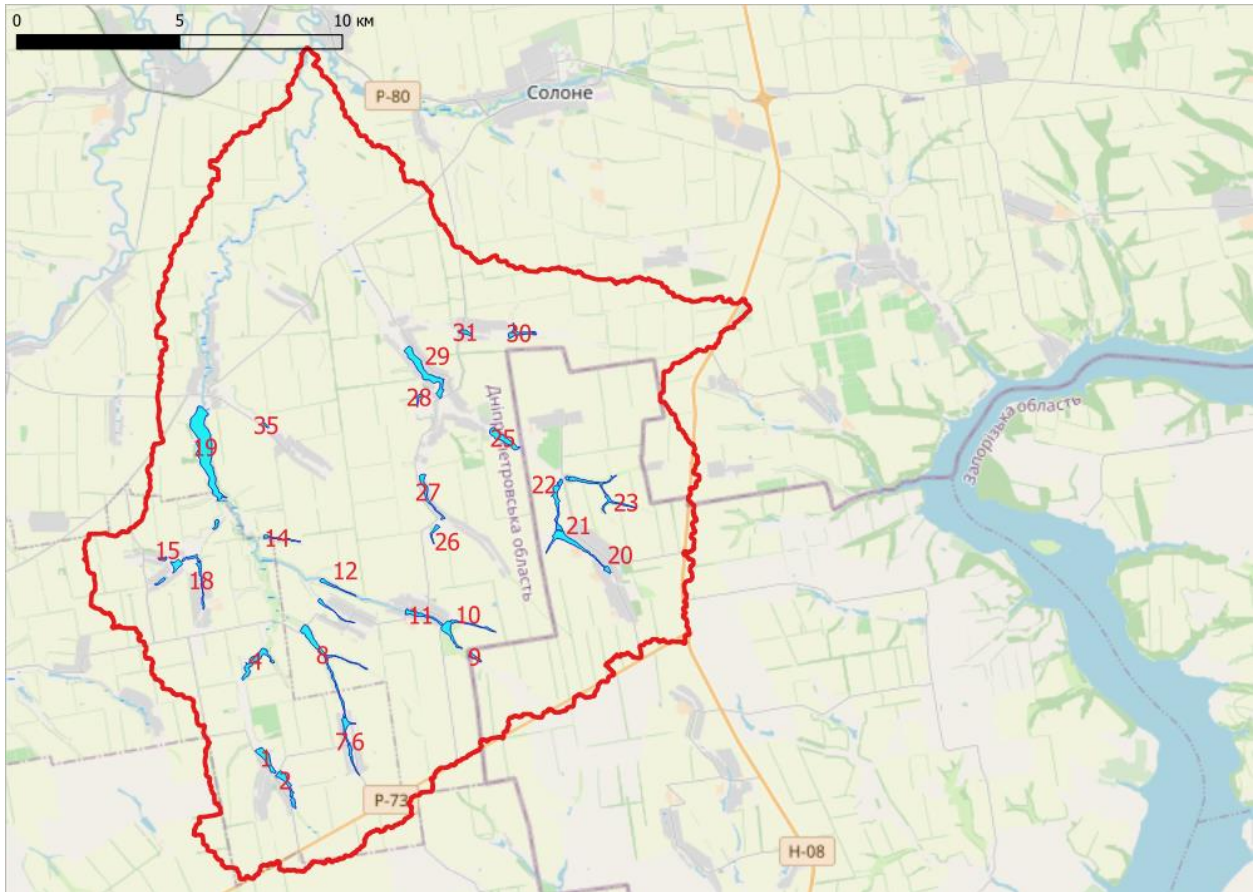


Рисунок 2.2 – Планове розташування водних об'єктів на водозборі

Таблиця 2.1- Збірна відомість про водні об'єкти на водозборі р. Тритузна

Річка, струмок,	Назва річки (струмка, балки)	Куда впадає річка (струмок, балка)	З якого берега	Відстань до витоку, км	Довжина річки (струмка, балки) без притоків, км			Площа водозбору без притоків, км ²			Відмітка м, БС		Водосховища			Ставки		
					загальна	в межах		загальна	в межах		витоку	гірл	кількість	площа, га	об'єм, м ³	кількість	площа, га	Об'єм
						області	району		області	району								
р	Тритузна	р. Мокра Сура	п	58,3	34,06	24,06	24,06	77,06	71,05	69,6	125	57,6	1	96,55	1654,65	5	45,39	729,87
б	Б/н 1	р. Тритузна	л	32,22	1,7	1,7	1,7	3,06	3,06	3,06	130	113,5						
б	Б/н 2	р. Тритузна	л	31,2	1,49	1,49	1,49				123,5	106,9						
б	Б/н 3	р. Тритузна	л	30,2	0,58	0,58	0,58				118,5	103,6						
б	Б/н 4	р. Тритузна	л	29,0	0,69	0,69	0,69				116	99,5						
б	Б/н 5 30	р. Тритузна	п	27,8	1,02	1,02	1,02	3,66	3,66	3,66	112	99,5				1	1,1	
б	Ремина 35+	р. Тритузна	п	26,4	6,29	6,29	6,29	14,09	14,09	14,09	122	85,5				3	32,65	451,81
б	Б/н 1	б. Ремина	п	4,3	0,61	0,61	0,61				117,5	101,5						
б	Б/н 2	б. Ремина	п	2,1	4,05	4,05	4,05	7,16	7,16	7,16	128,2	95						
б	Б/н 6	р. Тритузна	л	25,4	1,16	1,16	1,16				110	83,2						
б	б. Тритузна 46+47+40	р. Тритузна	п	24,5	7,81	7,81	7,81	19	12,99	12,99	122,5	81,3				3	18,0221	220,78
б	Б/н 1 33	б. Тритузна	п	6,7	1,75	1,75	1,75				128	114,5				1	0,7	
б	Б/н 2 50	б. Тритузна	п	2,5	0,81	0,81	0,81				106,5	92,5						
б	Б/н 3 36	б. Тритузна	л	2,1	3,33	3,33	3,33	6,5	5,9	5,9	116	91				2	4,4	
б	Б/н 7 56	р. Тритузна	п	23,1	1,66	1,66	1,66	4,01	4,01	4,01	105	79,8				0	1,96	43,93
б	Б/н 8 62	р. Тритузна	п	22,1	1,42	1,42	1,42				105	77,6				1	0,79	12,61
б	Б/н 9 51 вправо	р. Тритузна	л	21,7	4,88	4,88	4,88	7,99	7,99	7,99	119,2	77,3				3	5,6	
б	Б/н 9.1 кінець 51	б. Б/н 9	л	2,1	2,37	2,37	2,37	7,76	7,76	7,76	115	92,5				4	13,76	156,76
б	Б/н 9.1.1 53	б. Б/н 9.1	л	0,7	1,42	1,42	1,42				117	100,5				1	0,7	
б	Б/н 10	р. Тритузна	п	21,4	0,99	0,99	0,99				108,5	77,1						
б	Б/н 11	р. Тритузна	л	21,0	1,19	1,19	1,19				110	76,5						

б	Б/н 12	р. Тритузна	л	20,4	0,61	0,61	0,61				98	76,5						
б	Б/н 13	р. Тритузна	л	19,8	0,6	0,6	0,6				101	76,5						
б	Б/н 14	р. Тритузна	л	18,6	0,53	0,53	0,53				108,5	76,5						
б	Б/н 15 68	р. Тритузна	п	17,7	2,83	2,83	2,83	8,73	8,73	8,73	103	71			2	1,64	15	
б	Б/н 16	р. Тритузна	л	15,1	0,72	0,72	0,72				102,5	68						
б	Б/н 17	р. Тритузна	л	13,5	0,57	0,57	0,57				95	66,6						
б	Б/н 18	р. Тритузна	п	13,1	1,69	1,69	1,69				111	66,4						
б	Б/н 19	р. Тритузна	п	11,6	6,23	6,23	6,23	11,96	11,96	11,96	99,5	64,9						
б	Б/н 20	р. Тритузна	л	10,1	0,69	0,69	0,69				87	64,3						
б	Б/н 21	р. Тритузна	п	9,3	0,58	0,58	0,58				83	64						
р	Суха Сура	р. Тритузна	п	6,7	14,7	14,7	14,7	89,18	33,35	33,35	86	62,9			3	31,31	193,86	
б	Варварівська	р. Суха Сура	п	16,2	2,73	2,73	2,73	14,48	3,65	3,65	114	92,5						
б	Б/н 1	р. Суха Сура	л	14,5	0,59	0,59	0,59				109,5	86						
б	Б/н 2	р. Суха Сура	л	13,0	0,82	0,82	0,82				100	82						
б	Б/н 3	р. Суха Сура	п	12,5	1,06	1,06	1,06				108	80,8						
б	Б/н 4 65+60+39	р. Суха Сура	л	11,7	8,89	8,89	8,89	18,88	15,65	15,65	132,5	77,4			2	13,19	239,41	
б	Б/н 4.1 55	б. б/н 4	л	3,9	1,08	1,08	1,08	3,57	3,57	3,57	112,5	100			1	2,9		
б	Летюківська	б. б/н 4	л	3,1	0,4	0,4	0,4				115	97						
б	Кирилівська	б. б/н 4	л	2,0	0,55	0,55	0,55				100	90						
б	Черкова	р. Суха Сура	л	10,9	1,48	1,48	1,48				107,5	75,3						
б	Б/н 1	Черкова	п	0,8	0,51	0,51	0,51				110	90						
б	Б/н 5	р. Суха Сура	п	10,7	0,68	0,68	0,68				108	74,9						
б	Б/н 6	р. Суха Сура	л	9,7	0,86	0,86	0,86				103	74						
					129	119	119	297	215	213	4850	3684	1	97	1655	32	174	2064

2.2 Гідрологічні та гідрометричні спостереження

Практична гідрометрія розпочинається з вимірювання рівнів води.

У зв'язку з тим, що вимірювання витрат води досить трудомістка операція, а вимірювання рівня виконується легко і швидко, то встановлення конкретного зв'язку між висотою рівня і витратами води у річці є надто доцільним. Тому в перший рік проведення гідрометричних спостережень важливо встановити добру залежність між витратою (Q) і рівнями води (H). Далі ця залежність буде використана для проведення щоденних спостережень за рівнем та стоком води.

За багаторічними спостереженнями за рівнем води можна дати характеристику його режиму, а за встановленою залежністю витрат від рівнів – отримати інформацію про витрати води в річці у різні за водністю роки.

Спостереження за рівнями повинні бути організовані так, щоб матеріали спостережень по одному посту могли бути порівняними за весь період його дії, а також допускали можливість зіставлення результатів спостережень по ряду постів, розміщених на одному водному об'єкті.

Склад спостережень визначається розрядом водомірного поста. Зазвичай «спостереження за рівнем води проводять щоденно о 8 і 20 год, а в період повені і паводків – через однакові проміжки часу (2, 4, 6 год)» [35]. Для зручності визначення похилу річки влаштовують похилі пости.

На малих річках району весняна повінь починається зазвичай в другій половин лютого або на початку березня. Рання дата початку повені – перші числа лютого, пізня – кінець березня. Закінчується весняна повінь зазвичай в кінці квітня, раннє закінчення – початок березня, пізнє – початок травня.

В таблиці 2.2 приведена характеристика підйому та спаду рівня в період повені на річках Дніпропетровщини в різні за водністю роки [42].

Таблиця 2.2 - Інтенсивність підйому і спаду рівнів води на річках Дніпропетровщини в повінь (в см за добу) [42]

№ п/п	Річка	Пункт	Висока повінь				Низька повінь			
			підйом		спад		підйом		спад	
			середня	найбільша	середня	найбільша	середня	найбільша	середня	найбільша
1	Мокра Сура	с.Кринички	58	118	12	33	6	10	4	10
2	Вовча	с.Іскра	118	408	30	137	2	8	5	10

Амплітуда коливання рівнів води на річках Нижньодніпровського гідрологічного району досягає 100-400 см [42].

Окрім даних про рівні води, завдяки багаторічним спостереженням, можна охарактеризувати і витрати води. Характеристики витрат води, для порівняння, приведемо по річкам Базавлук, Інгулець і Самара.

За матеріалами багаторічних спостережень [42] в таблиці 2.3 та 2,4 є дані про максимальні витрати води та шар стоку.

В таблиці Б.1-Б.4 наведені інші відомості про максимальний стік (коефіцієнт паводкового стоку, характеристики дощових паводків,).

Таблиця 2.3 - Максимальні витрати води (Q , m^3/c) і шару стоку (мм) весняного повені (за багаторічний період) [42]

№ п/п	Річка	Пункт	Площа водозбору F , km^2	Період спостережень		Характеристика	За період спостережень			За багаторічний період				Максимальні витрати води і шар стоку повені різної забезпеченості (%)					Опорний пункт для приводки до багаторічного періоду
				роки	Кількість років		найбільший		середній	Q m^3/c h мм	q л/с km^2	C_r	C_r/C_t	1	2	5	10	25	
							Q m^3/c h мм	рік											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Базавлук	с. Катерино-Наталівка	1050	1951-56 1958-67	16	$Q_{мит}$	152	1953	36,8	68,3	65,0	1,07	2,0	335	283	215	162	96,0	р.Інгулець с.Олександро-ро-Степанівка
						$Q_{сер.доб}$	83,0	1953	26,4	44,8	42,7	0,98	2,0	200	171	132	102	62,5	
						h	41	1963	13	22	-	0,96	1,9	96	82	64	50	31	
2	Самара	с.Кохановка	1430	1958-67	10	$Q_{мит}$	513	1964	78,3	89,0	62,3	1,55	2,1	660	522	358	238	107	р.Вовча – с.Іскра (с.Андріївка)
						h	86	1964	25	30	-	0,94	2,3	134	113	87	66	40	
	с. Кочережки	19800	1926-31 1933-35 1938 1952 1954-59 1961-62 1965-67	22	$Q_{мит}$	1490	1929	275	446	22,5	1,36	2,1	285 0	234 0	166 0	116 5	580		
					h	56	1929	14	20	-	1,05	2,1	97	82	62	46	27		
3	Інгулець	с.Олександростепанівка	1400	1931-32	33	$Q_{мит}$	330	1932	84,7	86,7	61,9	1,11	2,0	440	371	281	209	120	
				$Q_{сер.доб}$		258	1932	73,6	78,3	55,9	1,10	2,0	396	332	252	188	109		
				h		94	1941	32	33	-	0,87	2,1	134	115	90	71	45		
		с. НовоФедорівна	3870	1926-41 1950-53	20	$Q_{мит}$	532	1937	203	197	51,0	0,88	2,0	790	675	540	425	274	
						h	85	1941	33	32	-	0,85	2,0	126	109	86	68	44	
		м. Кривий Ріг	8600	1936-62 1964-67	31	$Q_{мит}$	1110	1937	215	220	25,6	1,31	2,0	135 0	111 5	799	564	290	
						h	89	1942	21	29	-	0,93	1,9	123	106	83	65	40	
		с. Могилівка	9280	1926 1928-44 1946-67	40	$Q_{мит}$	851	1937	214	221	23,8	1,03	1,9	104 0	885	678	520	310	
h	80					1942	21	25	-	0,93	1,8	105	91	71	56	35			

2.3 Гідрологічний режим водотоків на водозборі р. Тритузна

Коли температура поверхневих вод знижується до нульової позначки, у руслі річки починають формуватися льодові явища, що свідчить про перехід річки до зимового режиму. Початком зимового періоду вважають стійке зниження температури повітря нижче нуля, а завершенням — повне звільнення річки від льоду. Водночас на окремих річках льодохід може відбуватися і під час повені. Тому більш коректним показником закінчення зимового періоду є початок активного весняного підвищення рівня води в річках [34].

У межах Нижньодніпровського гідрологічного району формування стійких льодових утворень зазвичай відбувається в проміжку від 17 листопада до 5 грудня, а їх тривалість становить у середньому 15–25 днів [42].

У льодовому режимі річок прийнято розрізняти три основні етапи: перший — замерзання, що охоплює осінній льодохід; другий — встановлення льодоставу; третій — весняне скресання.

У цьому гідрологічному районі період льодоставу, як правило, настає між 5 і 25 листопада та зберігається протягом 70–100 днів [42].

Скресання річок розпочинається з переходом температури повітря до додатних значень, унаслідок чого лід поступово руйнується, а до річкового русла надходять талі води з поверхні водозбору. При цьому на поверхні льоду з'являється вода, насамперед у прибережних зонах.

Для Нижньодніпровського гідрологічного району скресання річок зазвичай припадає на період з 7 по 20 березня, тоді як повне звільнення русел від льоду відбувається в середньому між 18 і 27 березня. Загальна тривалість весняних льодових процесів при цьому складає близько 5–10 днів [42].

Тривалість і строки настання основних фаз льодового режиму в межах Нижнєдніпровського гідрологічного району представлені на прикладі річок Самара і Вовча (таблиця 2.8). Найбільша тривалість льодових явищ на ділянках річок даного гідрологічного району з звичайним льодовим режимом становить 140-160 днів, а найменша – 50-100 днів. При цьому межі змін середніх багаторічних значень товщини льоду спостерігаються в першій декаді лютого і становить 25–35 см [42].

Річкові наноси. Для ефективного використання річок важливо не тільки розуміти їх водний режим, але й враховувати режим перенесення наносів. Недостатньо вивчений стік наносів може призвести до суттєвих помилок у розрахунках обсягу відкладів і часу замулення водосховищ. У результаті відкладання наносів у водосховищі, звільнений від них потік може значно збільшити свою ерозійну здатність нижче за течією, що призводить до інтенсивного руйнування русла на значній відстані від греблі [34].

При проектуванні водосховищ для акумуляції стоку наносів необхідно передбачати мертвий об'єм (МО), який забезпечує накопичення наносів протягом експлуатації. Неправильне визначення МО може призвести до того, що водосховище буде швидко занесене наносами. Мертвий об'єм водосховища значною мірою залежить від стоку наносів річки і може складати значну частину загального об'єму.

Основна кількість наносів у річках переміщується під час повеней та паводків, а в періоди межені їх стік мінімальний. Річки, такі як Мокра Сура, Томаківка, Базавлук і Інгулець, мають водозбори, які поблизу гідрографічної мережі значно еродовані й покриті потужним шаром лесу, тому вони несуть у своїх водах велику кількість зважених наносів. Оскільки періоди спостережень за твердим стоком цих річок були короткими, неможливо точно охарактеризувати зважені наноси та їх максимальний стік. Більшість наносів осідає в заплавах річок і водосховищах.

Наближено оцінити стік зважених наносів можна на прикладі річки Інгулець біля міста Кривий Ріг. Середня мутність води на цій ділянці

становить близько 170 г/м^3 , з коливаннями від 18 до 390 г/м^3 протягом років. Найвищий рівень мутності спостерігається навесні, зокрема в лютому й березні, коли він може досягати значень від 120 до 630 г/м^3 . Під час літніх паводків, особливо в липні, концентрація зважених наносів може бути ще вищою — до 2700 г/м^3 .

Стік наносів у річках, що належать до посушливих регіонів, відзначається великою змінністю. За спостереженнями на цій території, модуль стоку наносів становить 43 т/км^2 на рік, але в маловодні роки, коли стік води складає лише 10% від норми, цей показник знижується до $0,07 \text{ т/км}^2$ на рік [42].

Термічний режим річок. Температурний стан річкових вод формується внаслідок постійного теплообміну між водною масою та навколишнім середовищем, що зумовлює процеси її нагрівання і охолодження. Передача теплоти з атмосфери та ґрунтів руслового ложа у водну товщу відбувається переважно завдяки турбулентному перемішуванню. Важливу роль у тепловому балансі річок відіграє також проникнення сонячного випромінювання безпосередньо у воду. Глибина проникнення променистої енергії залежить від прозорості та забарвлення води: на глибину до 1 м надходить від 1 до 30% сонячної енергії, тоді як на рівні 5 м її частка не перевищує 5% від загальної кількості, що потрапляє на поверхню. Інтенсивність теплообміну істотно змінюється протягом доби та року, що зумовлено коливаннями метеорологічних умов і висоти стояння Сонця [34].

Добові коливання температури води найбільш помітні у теплий період року. Річний температурний режим річок має свої характерні риси: у зимовий період температура води утримується поблизу $0 \text{ }^\circ\text{C}$. Після скресання льоду відбувається швидке підвищення температури, яка досягає найвищих значень у літні місяці (червень–серпень). Надалі температура поступово знижується і з наближенням холодного сезону знову прямує до нульових значень під час формування льодових явищ [34].

Середні багаторічні значення температури води річок Самара та Вовча, що належать до Нижньодніпровського гідрологічного району, наведено в таблиці 2.9.

Режим річкового стоку. Формування річкового стоку відбувається за рахунок надходження атмосферних опадів, які потрапляють у русла як поверхневим, так і підземним шляхом. Атмосферні опади є основним джерелом живлення річок, тоді як внесок ювенільних вод у загальний об'єм стоку є незначним. За походженням атмосферної вологи розрізняють тале живлення (снігове та льодовикове) і дощове. Кожне з цих джерел формує як поверхневий, так і підземний стік. При аналізі живлення конкретної річки виділяють три складові стоку: талу, дощову та підземну, кожна з яких має притаманні їй особливості режиму [9].

Таблиця 2.9 – Середня багаторічна температура води, °С [42]

Річка	Пункт	Характеристика року	Місяць											
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Самара	с.Кочережки	середня			1,5	9,8	16,6	21,4	23,2	21,6	16,4	9,8	3,9	1,3
		найбільша	1,7	1,3	4,6	13,4	18,6	23,3	24,8	23,8	19,1	13,2	9,2	3,5
		найменша	0,0	0,0	0,0	-	15,3	18,8	21,4	19,8	13,7	6,4	0,9	0,0
Вовча	с.Іскра	середня				9,5	17,1	21,3	23,0	21,9	16,4	9,2	3,1	
		найбільша	1,6	2,5	4,2	13,9	18,7	23,1	24,5	23,6	19,0	13,4	8,6	3,1
		найменша	0,0	0,0	0,0	5,9	15,8	19,3	21,3	19,4	14,2	5,7	0,0	0,0

2.4 Зарегульованість стоку в басейні р. Тритузна

Регулювання стоку в Степу України стрімко розвинулось в 60-80 рр. минулого століття, коли степові річки були тотально зарегульовані русловими перемичками-греблями без належної організації водопропуску та проточності річок. Це визвало спочатку невиражену, а згодом значну деградацію водних

об'єктів і перетворення річок на фрагментовані ділянки заболочених потічків. Не виключенням є і річка Тритузна. На рисунку 2.2 показані ставки на водозборі за картою OSM Standard.

За даними Регіонального офісу водних ресурсів на водозборі [29] р. Тритузна створено 35 ставок

Таблиця 2.10 - Наявність ставок і водосховищ в басейні Тритузної [29]

Басейн річки	Ставки			Водосховища		
	кількість, шт.	площа, водної поверхні, га	об'єм, млн.м ³	кількість, шт.	площа, водної поверхні, га	об'єм, млн.м ³
Тритузна (без р. Суха Сура)	23	119	2,126	1	96	1,655
в т.ч. Суха Сура	12	98,5	1,82	-	-	-
Тритузна (весь водозбір)	35	217,5	3,95	1	96	1,655

Загальний об'єм зарегульованого місцевого стоку склав 5,6 млн.м³. За попередніми оцінками такий об'єм відповідає нормі стоку річки та в 10 разів перевищує граничний об'єм зарегулювання за Водним Кодексом України (стаття 82).

3. ГІДРОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ ДЛЯ ОБГРУНТУВАННЯ РІЧКОВОГО СТОКУ ТРИТУЗНОЇ

Гідрологічними розрахунками передбачено визначення річного стоку, внутрішньорічний розподіл стоку річки та встановлення параметрів максимального стоку. Вихідних даних про прямі спостереження за водним режимом немає, тому всі розрахунки проводимо як для випадку відсутності спостережень.

3.1 Розрахунок річного стоку та його внутрішньорічний розподіл

Нормою стоку водного об'єкту називають його «середнє його значення за багаторічний період, який включає декілька (не менше двох) повних циклів коливань водності при незмінних фізико-географічних умовах» [34].

За відсутності даних гідрометричних спостережень величину середньої багаторічної норми стоку визначають із використанням карт ізоліній середнього річного стоку [44].

Коефіцієнт варіації річного стоку (C_v) обчислюють за співвідношенням

$$C_v = (\alpha/q^{0,4}) \cdot (A+1000)^{0,1}, \quad (3.1)$$

де α - емпіричний параметр, який приймають для фізико-географічної області, або визначають за надійними даними річки-аналогу, л/с;

q - середній багаторічний модуль стоку для території дослідження, л/(с·км²);

A - площа водозбору річки до розрахункового створу, км².

Для умов, розглянутих у даній магістерській роботі, прийнято співвідношення між коефіцієнтами асиметрії та варіації у вигляді ($C_s = 2C_v$). За обраного значення (C_s) визначається модульний коефіцієнт ($K_p\%$), який

застосовується при розрахунку модуля стоку заданої забезпеченості за формулою [35].

З метою визначення характеристик річного стоку було сформовано ГІС-основу басейну річки Тритузна. У програмному середовищі QGIS виконано комплекс підготовчих операцій з цифровою моделлю рельєфу (ЦМР) [47] необхідних для подальшої обробки просторової інформації.

Зокрема, було виконано такі етапи:

1. створено та проаналізовано цифрову модель рельєфу водозбору р. Тритузна (рис. 3.1) з визначенням граничних і середніх висотних відміток, а також побудовано гістограму розподілу висот у межах басейну (рис. 3.2);
2. проведено гідрологічний аналіз ЦМР з автоматизованим виділенням водотоків, їх витоків і гирлових ділянок (рис. 3.3);
3. сформовано векторний шар водних об'єктів (ставків і водосховищ) у межах водозбору (рис. 3.4) на основі геоприв'язки растрових зображень високої роздільної здатності — фотопланів Google Earth Pro (рис. 3.5);
4. із застосуванням інструментів обробки растрових ЦМР у QGIS та модулів SAGA для аналізу водних об'єктів і водозбірних басейнів виділено водозбори для розрахункових створів — гребель ставків і водосховища (рис. 3.6–3.8).

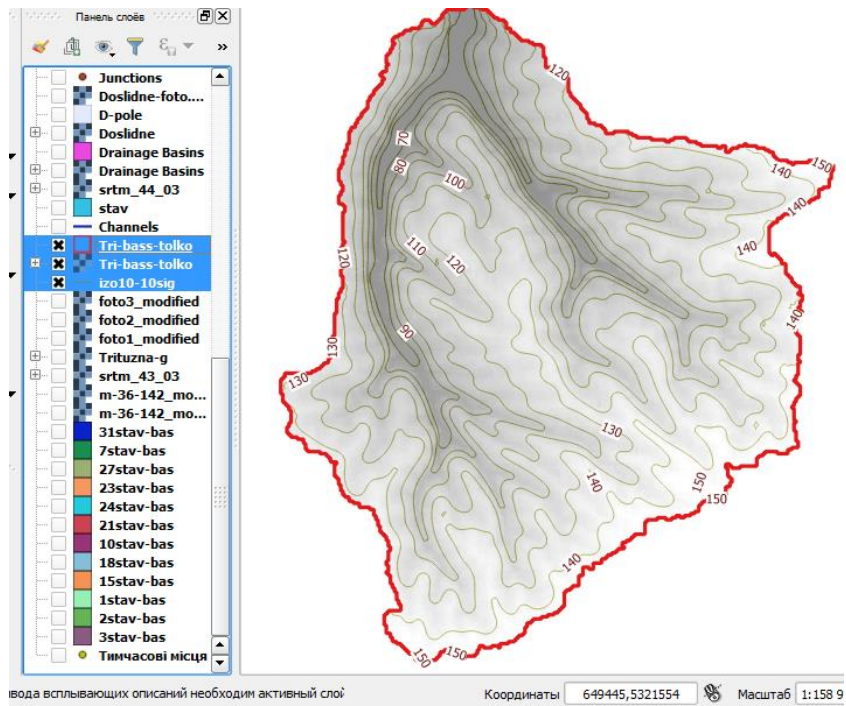


Рисунок 3.1 – ЦМР водозбору Тритузної

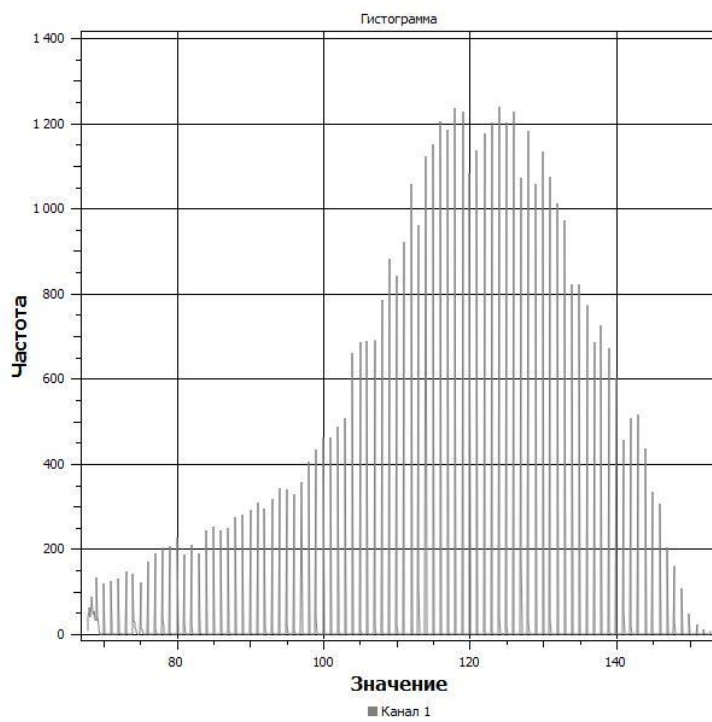


Рисунок 3.2 – Гістограма висот водозбору (переріз горизонталей – 1 м);

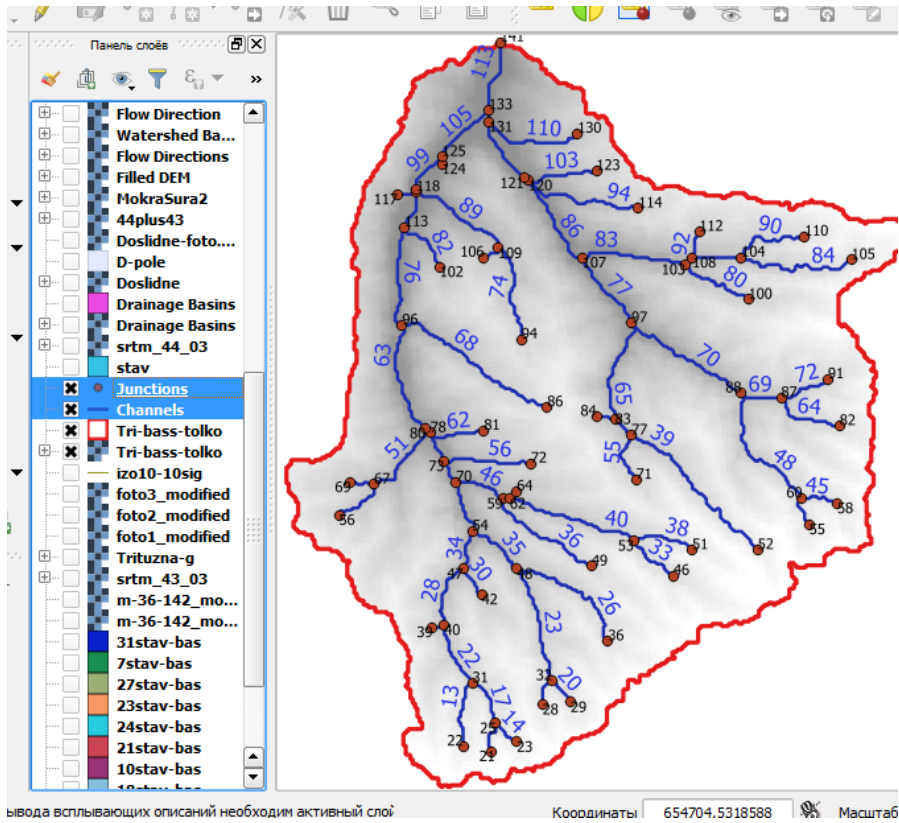


Рисунок 3.3 – Витки та гирлової частини водотоків

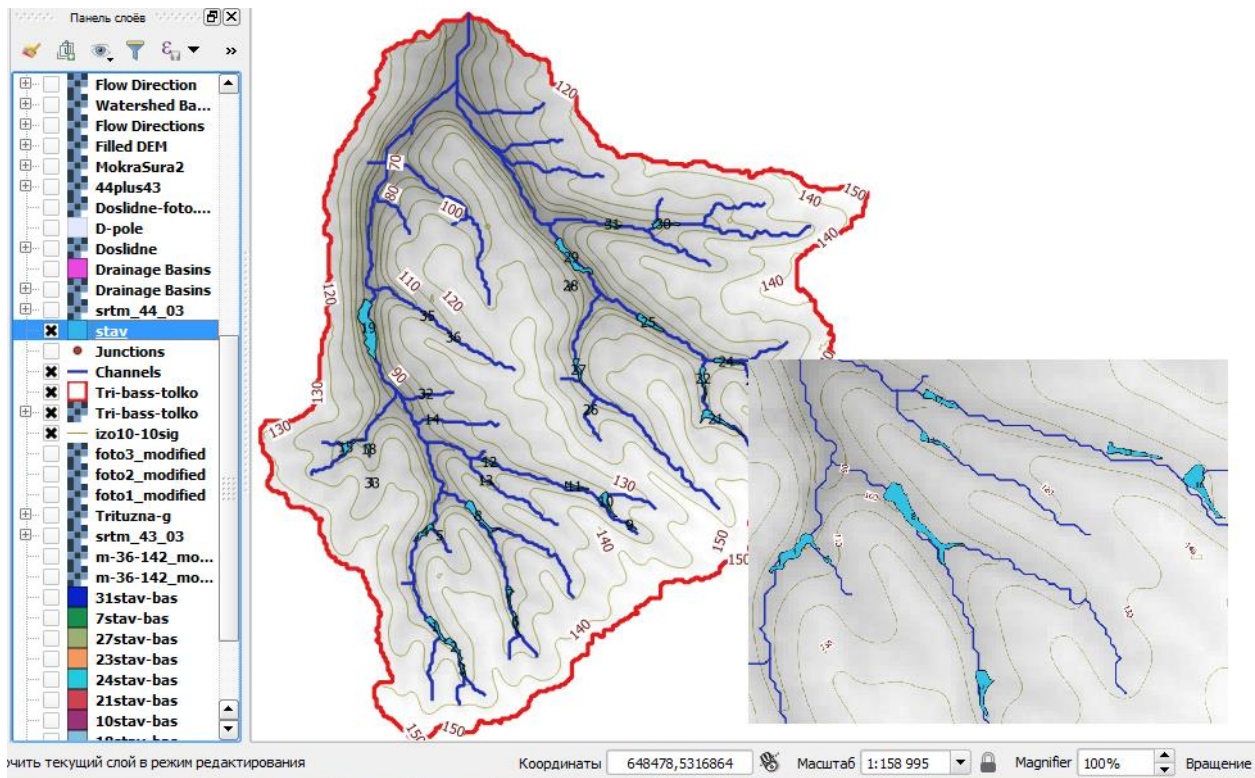


Рисунок 3.4 – Векторний шар водних об'єктів

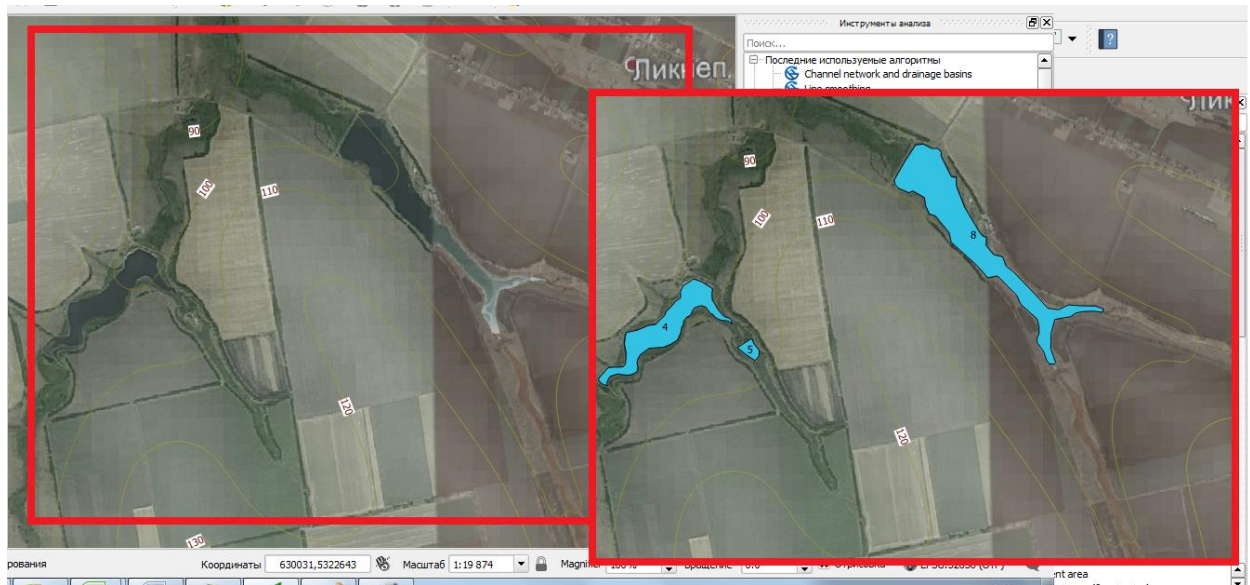


Рисунок 3.5 – Прив'язка растрів високої якості - фото-планів з Google Earth Pro

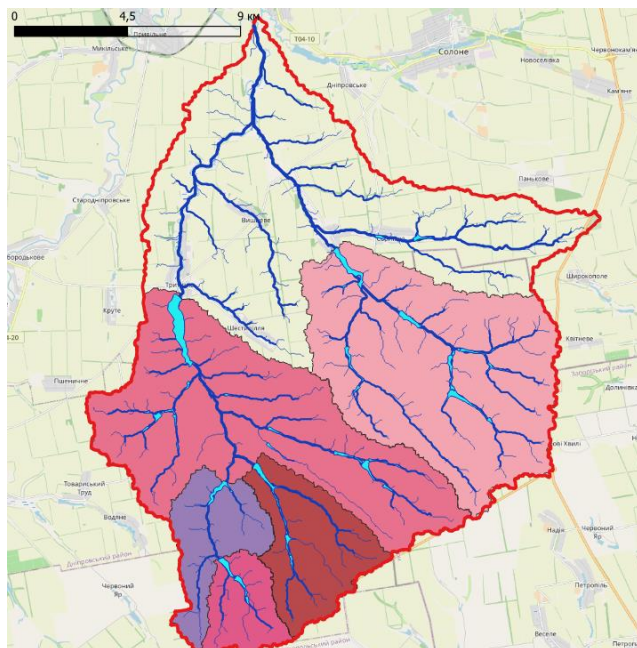


Рисунок 3.6 – Водозбори для розрахункових створів – гребель ставків та водосховища

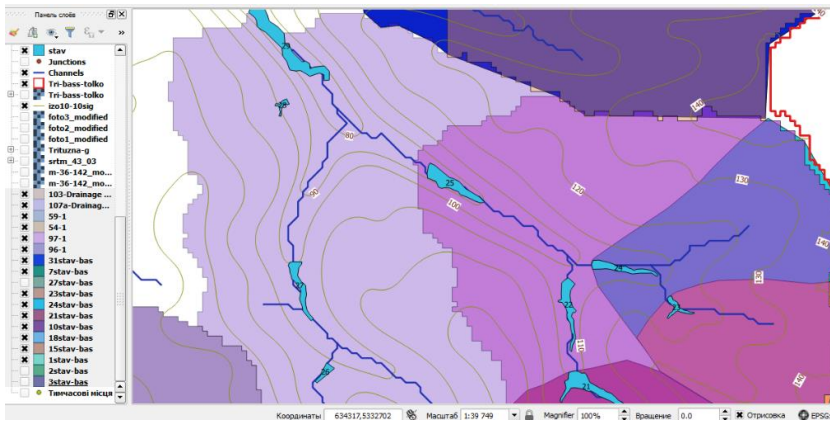


Рисунок 3.7 – Водозбори для розрахункових створів

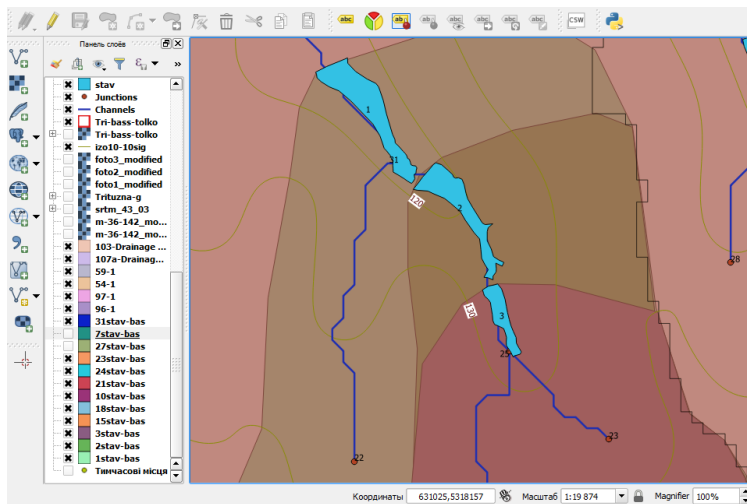


Рисунок 3.8 – Водозбори для розрахункових створів

Розрахунок річного стоку різної забезпеченості за створами гирло р. Тритузна, ставок 19 та 29, наведено в табл.3.1 та 3.2.

Таблиця 3.1- Моменти розподілу річного стоку

Найменування показників	р. Тритузна (п.Аполонівка)	р. Тритузна (п.Тритузне)	р. Суха Сура (с.Широке)
Ставок на плані за №	гирло	19	29
- модуль стоку л/(скм ²), q	0,75	0,65	0,7
A - площа водозбору км ² .	283,9	110,1	68,9
параметр, за річкою-аналогом, л/с;	1,8	1,7	1,7
Коефіцієнт варіації річного стоку C _v	0,987	1,002	0,976
Відношення C _s : C _v (кратне 0,5)	2	2	2

Таблиця 3.2- Розрахунок річного стоку різної забезпеченості

Розрахунковий створ	Забезпеченість року, %									
	P=1%	5%	10%	25%	норма	50%	75%	90%	95%	99%
Модульний коеф, К%										
р. Тритузна (п.Аполонівка)	4,15	2,78	2,19	1,38	1	0,748	0,352	0,154	0,082	0,019
р. Тритузна (п.Тритузне)	4,6	3	2,3	1,39	1	0,693	0,288	0,105	0,051	0,01
р. Суха Сура (с.Широке)	4,15	2,78	2,19	1,38	1	0,748	0,352	0,154	0,082	0,019
Середньорічна витрата, м3/с										
р. Тритузна (п.Аполонівка)	0,884	0,592	0,466	0,294	0,213	0,159	0,075	0,033	0,017	0,004
р. Тритузна (п.Тритузне)	0,329	0,215	0,165	0,099	0,072	0,050	0,021	0,008	0,004	0,001
р. Суха Сура (с.Широке)	0,200	0,134	0,106	0,067	0,048	0,036	0,017	0,007	0,004	0,001
Об'єм стоку за рік, тис.м3										
р. Тритузна (п.Аполонівка)	27866	18667	14705	9266	6715	5023	2364	1034	551	128
р. Тритузна (п.Тритузне)	10382	6771	5191	3137	2257	1564	650	237	115	22,6
р. Суха Сура (с.Широке)	6312	4228	3331	2099	1521	1138	535	234	124,7	28,9

Отже норма стоку з водозбору р. Тритузна складає 213 л/с при об'ємі стоку за рік 6,7 млн.м³ води. В сухі і гостропосушливі роки річка пересихає.

3.2 Визначення характеристик максимального стоку водопілля за розрахунковими створами

Максимальний стік весняної повені рекомендовано розраховувати для випадку відсутності даних спостережень за рекомендаціями норм [44]. Розрахункова максимальна витрата води весняної повені $Q_{p\%}$ м³/с, заданої щорічної вірогідності перевищення $P\%$ для рівнинних річок визначають за формулою

$$Q_{p\%} = [K_0 \cdot h_{p\%} \cdot \mu \cdot \delta \cdot \delta_1 \cdot \delta_2 / (A + A_1)^{n1}] \cdot A, \quad (3.2)$$

Розрахункові параметри формули (3.2) наведено в [44] і в роботі не приводяться.

За рекомендаціями Вишневського П.Ф. [12] для України краще вести розрахунки по формулі граничної інтенсивності

$$Q_p = 0,28 \cdot \alpha_m \cdot \varphi \cdot F \cdot \rho \cdot r \cdot \lambda, \quad (3.3)$$

Розрахункові параметри формули (3.3) наведено в [12] і в роботі не приводяться.

Розрахунок складових формули (3.3) наведено в довіднику «Ресурси поверхневих вод...» [42] і в роботі не приводяться.

Всі розрахунки виконуємо табличній формі (таблиця 3.3 - створи 0, 19, 29) розрахунок по всім іншим створам (31 шт) наведені в додатку А).

Таблиця 3.3- Розрахунки витрат водопілля в басейні річки Тритузна

Створ	Забезпеченість Р, %					
	0,5	1	3	5	10	25
Витрата води, м3/с						
р. Тритузна (п.Аполонівка)	94	79	59	51	37	20
р. Тритузна (п.Тритузне)	42	36	27	23	17	9
р. Суха Сура (с.Широке)	40	33	25	21	16	8
Об'єм стоку повені, млн.м3						
р. Тритузна (п.Аполонівка)	27	23	17	14	8,6	3,7
р. Тритузна (п.Тритузне)	12	10	7,5	6,1	3,8	1,7
р. Суха Сура (с.Широке)	8,1	6,8	5	4	2,5	1,0

Отримані значення витрат і об'ємів паводкового стоку використовуються для аналізу відповідності пропускної здатності водоскидних споруд ставка розрахунковим гідрологічним умовам.

4 ЗВЕДЕНІ ДАНІ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ВОДОЗБОРУ РІЧКИ

Як відмічено в п.2.4 зарегульованість водозбору Тритузної дуже велика. Для виявлення проблем в регулюванні стоком та технічного стану гідротехнічних споруд поспробуємо розібратися з характеристиками їх на основі даних Дніпровського РОВР та візуальних спостережень за картографічними сервісами та даними дистанційного зондування Землі.

4.1 Характеристика водосховищ

Водосховище являє собою штучно створену водойму, призначену для накопичення та тимчасового зберігання водних ресурсів з метою їх подальшого використання.

Основні функції водосховищ полягають у такому:

формування запасів води для стабільного забезпечення потреб водокористувачів і водоспоживачів;

регулювання стоку шляхом зменшення пікових витрат води під час повеней і паводків;

затримання та накопичення завислих і донних наносів, що становлять твердий стік;

створення напірних умов для роботи гідроелектростанцій та збільшення гарантованих глибин судноплавства;

забезпечення необхідних умов для забору води з метою зрошення і господарсько-питного водопостачання.

До основних параметрів водосховища належать:

повний об'єм водосховища ($V_{пов}$) [9].

- корисний об'єм водосховища ($V_{кор}$);
- мертвий об'єм водосховища ($V_{мо}$);
- нормальний підпірний рівень (НПР або НПГ);
- катастрофічний підпірний рівень (КПР або КПГ);
- рівень мертвого об'єму (РМО або ГМО);

У межах досліджуваної території переважна більшість водосховищ перебуває в умовно задовільному технічному стані. Вони споруджені відповідно до проектної документації та обладнані капітальними гідротехнічними спорудами.

Оскільки основна частина водозбору р. Тритузна знаходиться в двох районах Дніпропетровської області, то відомості водосховища даної території приводимо по цим районам (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1 - Водосховища в адміністративних районах [29]

№ п/п	Район	Кількість, шт	Площа водної поверхні, га	Об'єм, млн.м ³	
				повний	корисний
1	Солонянський	1	96	1,655	0,9

4.2 Зведені дані про ставки водозбору

Більш точні відомості про ставки території дослідження, наводимо таблицю 4.2-4.4.

Таблиця 4.2 - Наявність ставок і водосховищ в басейнах основних річок [29]

Басейн річки	Ставки			Водосховища		
	кіль- кість , шт.	площа, водної поверхні, га	об'єм, млн.м ³	кіль- кість, шт.	площа, водної поверхні, га	об'єм, млн.м ³
Тритузна (без р. Суша Сура	23	119	2,126	1	96	1,655

в т.ч. Суха Сура	12	98,5	1,82	-	-	-
Тритузна (весь водозбір)	35	217,5	3,95	1	96	1,655

Таблиця 4.3 – Водойми в басейні р. Тритузна (без р. Сухої Сури)

№, ставка	Місце розташування водного об'єкту		Назва зарегульованого водотоку	Об'єм при НПР тис.м.куб	Площа водного дзеркала при НПР, га	Об'єм регулювання
	Територіальна громада	Найближчий населений пункт				
1	2	3	4	5	6	
1	Мопрівська	с.Григор'ївка	р.Тритузна	150.63	8.92	115.96
2	Мопрівська	с.Григор'ївка	р.Тритузна	302.52	15.01	195.13
3	Мопрівська	с.Григор'ївка	р.Тритузна	49.26	2.6	33.8
4	Мопрівська	с.Григор'ївка	р.Тритузна	119.16	6.29	81.77
5	Мопрівська	с.Лікнеп	Б.б/н 5	20.84	1.1	14.3
6	Мопрівська	с.Тракторне	б.Ремина	109.88	5.8	75.4
7	Мопрівська	с.Тракторне	б.Ремина	134.51	7.1	92.3
8	Малозахаринська	с.Лікнеп	б.Ремина	451.8	20.5	266.5
9		с. Яворницьке		55.13	2.91	37.83
10	Малозахаринська	с.Малозахаринське	б.Тритузна	181	10.52	136.76
11	Малозахаринська	с.Малозахаринське	б.Тритузна	68.20	3.6	46.8
	Малозахаринська	с.Лікнеп	б.Тритузна	24.63	1.3	16.9
12	Малозахаринська	с.Лікнеп	б.Тритузна	39.69	3.9	50.7
13	Малозахаринська	с.Лікнеп	б.б/н7/б.Тритузна	71.99	3.8	49.4
14	Широчанська	с.Тритузне	б.б/н 7	49.9	1.96	25.48
15	Мопрівська	с.Суданівка	Б.б/н 9,1/Б.б/н 9	156.76	9.76	126.88
16	Мопрівська	с.Суданівка	б.б/н 9,1	11.37	0.6	7.8
17	Мопрівська	с.Суданівка	б.б/н 9,1	30.31	1.6	20.8
18	Мопрівська	с.Суданівка	б.б/н 9	34.10	1.8	23.4
19	Широчанська	с.Тритузне	б.б/н 7/Тритузна	1655	96.55	1255.15
32	Широчанська	с.Тритузне	б.б/н 8	12.61	0.79	10.27

№, ставка	Місце розташування водного об'єкту		Назва зарегульованого водотоку	Об'єм при НПР тис.м.куб	Площа водного дзеркала при НПР, га	Об'єм регулювання
	Територіальна громада	Найближчий населений пункт				
34	Мопрівська	с.Мопр	б.б/н 9	5.68	0.3	3.9
33	Мопрівська	с.Мопр	б.б/н 9	18.95	1	13
35	Широчанська	с.Шестипілля	б.б/н 15/Тритузна	15	1.24	16.12
36	Широчанська	с.Шестипілля	б.б/н 15/Тритузна	7.58	0.4	5.2
			Сума	3781.5	215.35	2721.55

Таблиця 4.4 – Водойми в басейні р. Суха Сура

№, п/п	Місце розташування водного об'єкту		Назва зарегульованого водотоку	Об'єм при НПР тис.м.куб.	Площа водного дзеркала при НПР,га	Об'єм регулювання
	Селища або сільська рада	Найближчий населений пункт				
20	Зап обл	с Миколай Поле		59.11	3.12	40.56
21	Зап обл	с Миколай Поле		339.68	17.93	233.09
22	Зап обл	с Миколай Поле		197.03	10.4	135.2
23	Зап обл	с Миколай Поле		66.50	3.51	45.63
24	Зап обл	с Миколай Поле		155.35	8.2	106.6
25	Широчанська	с.Широке	СуСура	282.28	14.9	193.7
26	Широчанська	с.Широке	б.б/н 4,1/ б.б/н 4	52	2.73	35.49
27	Широчанська	с.Широке	б.б/н 4	239.4	9.99	129.87
28	Широчанська	с.Широке	б.б/н 4	15.53	0.82	10.66
29	Широчанська	с.Широке	р.С.Сура	193.8	14.81	192.53
30	Василівська	с.Сергіївка	б.Скотовата-Сахаризова	152	8.26	107.38
31	Василівська	с.Сергіївка	б.Скотовата-Сахаризова	71.99	3.8	49.4
			Сума	1824.67	98.47	1280.11

Отже на території водозбору річки Тритузна, за даними РОВР у Дніпропетровській обл., розташовано 36 штучних водних об'єктів з яких лише одне водосховище. Загальний об'єм зарегульованого стоку складає 5,6 млн. м³, а прогнозований об'єм регулювання при форсованому напорі до 1 м складе рівно 4 млн. м³.

4.3 Характеристика ГТС на водних об'єктах водозбору річки

Водоскидні споруди призначені для відведення з водосховища у нижній б'єф частини паводкового стоку, який накопичується у водоймі під час заповнення об'єму форсування.

У складі річкових гідровузлів із глухими земляними греблями застосовують руслові та берегові водоскиди. Вибір їх типу залежить від місцевих топографічних, гідрологічних та експлуатаційних умов, а також від технологічних особливостей виконання будівельних робіт. Берегові водоскиди зазвичай проектують відкритого типу, при цьому їх транзитна частина виконується у формі швидкотоків або багатоступеневих перепадів. Руслові (трубчасті) водоскиди розміщують у тілі земляної греблі; залежно від конструктивного рішення вони можуть бути ковшовими, баштовими, шахтними або сифонними та відрізняються будовою вхідної і транзитної ділянок.

Відкриті берегові водоскиди розташовують, як правило, на одному з берегів річки. Вісь водоскидного тракту переважно прокладають по водороздільних частинах схилу, по можливості перпендикулярно до горизонталей, що дозволяє зменшити обсяги земляних робіт. У плані вісь водоскиду зазвичай має криволінійну форму з радіусом кривизни ($r > 5b_k$), де (b_k) — ширина водоскидної споруди. Підвідний і відвідний канали перед водоскидом та після нього повинні мати прямолінійні відрізки довжиною не менше $(1,5b_k)$. Вхідну частину підвідного каналу рекомендується розміщувати на відстані 20–40 м від греблі, тоді як вихід відвідного каналу має бути віддалений від неї не менше ніж на 50–100 м, що запобігає підмиву низового укосу під час пропуску повеней або дощових паводків [25].

Закриті руслові водоскиди влаштовують обов'язково на ґрунтах природної основи, оскільки їх розміщення на насипних ґрунтах не рекомендується через можливі осідання. Вісь баштового водоскиду зазвичай

прокладають по найнижчих відмітках балки або водотоку, що дозволяє поєднати функції водоскиду і водоспуску. Транзитна частина таких споруд виконується у вигляді напірної горизонтальної труби. Вісь ковшового водоскиду, як правило, зміщують у бік одного з берегів, а напірну трубу часто розташовують під певним кутом до горизонту.

Шахтні водоскиди розміщують на одному з берегів водосховища за межами дамби, переважно у вузьких гірських долинах із крутими або скельними схилами. Вони призначені для пропуску значних витрат води при великих напорах і складаються з кільцевого водозливу (водозливної воронки), вертикальної шахти та відвідного тунелю. Тунелі шахтних водоскидів можуть також використовуватися для пропуску будівельних витрат у період зведення гідротехнічного вузла. Після закінчення будівництва верхня початкова частина тунелю закривається бетонною пробкою, а нижній кінець шахти сполучається з тунелем.

Водозливна воронка має кільцеву форму. Якщо верх водозливної воронки знаходиться на рівні нормального підпірного рівня води, то це водоскид автоматичної дії і скидання паводкової витрати відбувається при підвищеному рівні. При пропуску великих паводкових витрат, щоб уникнути значного підвищення рівня води, на водозливній воронці встановлюються затвори, і тоді верх воронки влаштовують нижче за нормальний підпірний рівень води.

Сифонові водоскиди

Зазвичай сифони влаштовуються залізобетонні, прямокутного перетину, рідше - металеві круглого перетину, що мають вид зігнутої труби. Гребінь сифона розташовується на відмітці нормального підпірного рівня води, верхня вхідна кромка сифона (козирок) опущена нижче за рівень води на 0,7-1 м. Вхідна частина сифона повинна бути розширеною. У козирку на рівні гребеня робляться повітряні отвори, площа яких складає 2-10 % площі поперечного перетину сифона у верхній частині. Щоб в сифон не попадали плаваючі тіла, вхідний отвір перекривається грубими ґратами. Коли рівень води піднімається вище за гребінь сифона, вода починає проходити по сифону і заповнює

водобойний колодязь в кінці його. Завдяки цьому в нижню частину сифона зовнішнє повітря не потрапляє. У верхньому б'єфі при підвищенні рівня води закриваються повітряні отвори, і сифон починає працювати. При підвищенні рівня води у верхньому б'єфі на 0,1-0,2 м сифон працює повним перерізом. Якщо рівень води у верхньому б'єфі знижується так, що повітряні отвори знаходяться вищим за рівень води, робота сифона припиняється або, як то кажуть, відбувається розрядка сифона.

Таким чином, сифоновий водоскид відноситься до водоскидів автоматичної дії.

Для пропуску великих витрат ставляться декілька сифонів порівняльно невеликого розміру (батарея сифонів), у яких відмітки гребенів відрізняються одна від одної на 5-10 см, у зв'язку з чим сифони включаються в роботу послідовно. В цьому випадку повітряні отвори можна робити в розділових стінках між трубами сифонів.

Розрахунок гідравлічних параметрів рівномірного руху води в каналі

Глибина потоку, що відповідає рівномірному руху, називається нормальної.

Визначення нормальної глибини в каналі способом підбору з рівняння:

$$Q_p = \omega C \sqrt{R i_{\text{МК}}}, \quad (4.1)$$

де Q_p - витрата потоку, $\text{м}^3/\text{с}$;

ω - площа живого переріза каналу, м^2 ;

C - коефіцієнт Шезі, $\text{м}^{0.5}/\text{с}$;

R - гідравлічний радіус, м ;

$i_{\text{МК}}$ - похил каналу.

Параметри формули (4.1) визначаємо таким чином:

$$\omega = bh + mh^2, \quad (4.2)$$

$$R = \omega / \chi, \quad (4.3)$$

$$C=R^{0.167}/n, \quad (4.4)$$

де χ - змочений периметр, м ;

n - шорсткість русла.

Дюкерами називаються напірні трубопроводи, що влаштовуються при перетинанні каналу або водопроводу з дорогами, ріками, каналами й іншими перешкодами. При проведенні їх гідравлічного розрахунку швидкість руху води приймають а межах 1,5-4 м/с для уникнення замулювання.

До складу гідровузлів на території водозбору річки Тритузна входить такі типи водоскидів:

- перелив;
- обвідний канал;
- шахти;
- сифон;

На рис.4.4

Таблиця 4.5 - Наявні типи водоскидів на водозборі і їх стан [29]

Тип водоскиду	Кількість	Стан гідротехнічних споруд		
		добрий	задовільний	незадовільний
Переливна труба	13		12	1
Обвідний аварійний канал	8		7	1
Шахтний водоскид	5		4	1
Сифонний водоскид	4		3	1
Всього	30	0	26	4

На рис.4.1 наведені фото шахтних водоскидів на ставках 4, 19 та 29 – Google Earth Pro, 2017-2019 рр. Їх розміри відповідають наведеним в інвентаризаційних відомостях. Їх стан задовільний



Рисунок 4.1 – Шахтні водоскиди на ставках 4, 29 та водосховищі 19.
Розміри в метрах

Аналізуючи таблицю ми можемо зробити висновок що на водозборі переважно встановлені переливи та обвідні канали які знаходяться переважно в задовільному стані.

Гідротехнічні споруди всі відносяться до класу надійності (відповідальності) СС1.

4.4 Сучасні процеси обезводнення водних об'єктів на водозборі річки

Детальний аналіз знімків Google Earth Pro показує, що ставків було ще більше, ніж у інвентаризаційних відомостях РОВР. Проте, зі зміною клімату і тотальним потеплінням, особливо в зимовий період, водні об'єкти пересихають і поступово зникають. Це видно на фото Google Earth Pro (рис.4.2) та не визначаються засобами ДЗЗ.

Для встановлення процесів зневоднення ставків використані три бази даних : за картами OSM Standart (2010 р.), та даними дистанційного зондування Землі за 2020 та 2025 рр.



Рисунок 4.2 – Ставки біля с.Суданівка : 2017 р (зліва) та 2010 р.

Так, на рис.4.3, показаний результуючий растр визначення водно-болотних угідь за індексом WIW [5], де білий колір відповідає водно-болотним угіддям.



Рисунок 4.3 - Результуючий растр визначення водно-болотних угідь за індексом WIW на водозборі р. Тритузна [5]

Порівняння площ водного дзеркала ставків за даними карт OSM Standart (2010 р.) та даними ДЗЗ (2025 р.), наведено на рис.4.4. та табл. 4.6, показує

суттєве зменшення водної акваторії та відповідно об'ємів зарегулювання стоку



Рисунок 4.4 – Порівняння водного дзеркала ставків за даними карт OSM Standart (2010 р. – голуба заливка) та даними ДЗЗ (2025 р.- червоний контур)

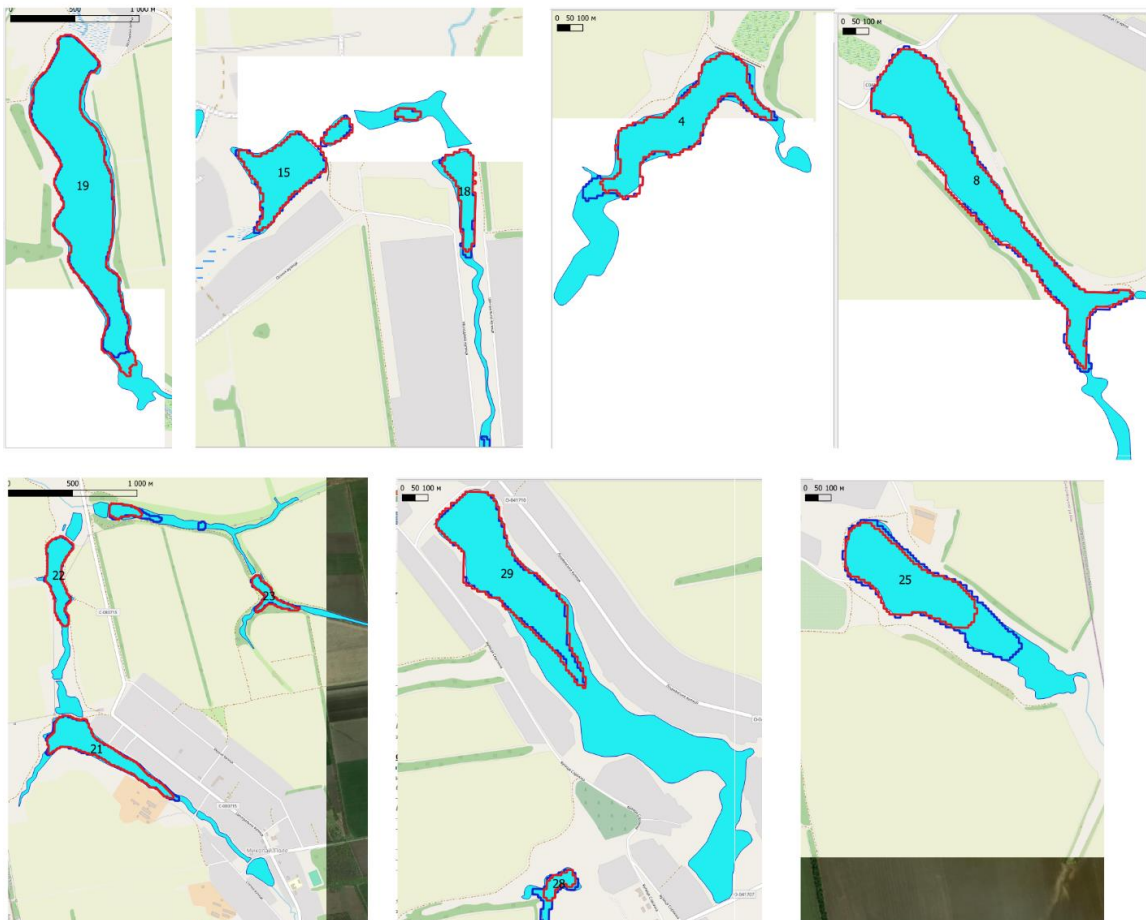


Рисунок 4.5 – Порівняння площ водного дзеркала ставків за даними карт OSM Standart (2010 р. – голуба заливка), даними ДЗЗ (2020 р – синій контур, 2025 р.- червоний контур)

Таблиця 4.6 – Порівняння площі (S) водного дзеркала ставків за даними карт OSM Standart (2010 р. та даними ДЗЗ (2020 та 2025 рр.)

Джерело візуалізації площ	РОВР, до 2007 р.	2010 OSM	2020 ДЗЗ	2025 ДЗЗ
Площа водного дзеркала сумарна, га	313	392,7	257,7	238,4
Порівняння площ, %	?	100	65,6	60,7
N ставка на плані	S, га	S, га	S, га	S, га
36	0,4			
35	1,2	1,0	0,0	0,0
34	0,3			
33	1,0			
32	0,8	0,0	0,9	0,3
31	3,8	4,0	2,1	0,4
30	8,3	8,2	6,2	6,1
29	14,8	35,0	12,8	13,5
28	0,8	1,8	1,3	0,7
27	10	11,5	7,5	6,1
26	2,7	3,6		
25	14,9	16,6	13,8	10,0
24	8,2			
23	3,5	6,3	3,2	3,0
22	10,4	10,8	8,1	8,2
21	17,9	18,8	14,5	13,8
20	3,2	2,7	0,0	0,0
19	96,6	96,1	79,7	83,5
18	1,8	5,9	2,7	2,6
17	1,6			
16	0,6			
15	9,8	6,7	6,1	6,0
14	2	3,9	1,6	0,8
13	3,8			
12	3,9	5,7	4,0	3,0
11	3,6	9,6	2,3	2,1
10	10,5	17,3	9,8	9,2
9	2,9	3,6	2,2	2,1
8	20,5	29,7	21,5	21,0
7	7,1	8,5	6,2	5,3
6	5,8	5,1	2,2	2,4
5	1,1			
4	20,3	18,9	11,5	10,7
3	2,6			
2	8,9	10,4	7,7	7,5
1	15,0	14,5	14,4	13,0
б/н		4,9	3,1	2,5
б/н		3,2	2,8	2,1
б/н		1,1	2,7	1,2
б/н		3,1	1,5	
б/н		10,0	1,3	
б/н		1,8	1,0	
б/н		1,8		
б/н		2,9		
б/н		3,2		
б/н		1,4		

Загальна площа водного дзеркала на водозборі Тритузної за 15 років зменшилась за 154 га, або 39%. Як мінімум 13 ставків висохли повністю і не визначаються на сучасних картах. Об'єми води в ставках орієнтовно зменшились на 50 % і на сьогодні складають не більше 3 млн.м³.

5 РОЗРАХУНОК НАДЗВИЧАЙНИХ ВИТРАТ ТА АНАЛІЗ ЇХ ПРОПУСКУ ГІДРОТЕХНІЧНИМИ СПОРУДАМИ

5.1 Визначення надзвичайних витрат за розрахунковими створами та пропускної здатності водоскидів на водних об'єктах водозбору

Для визначення надзвичайних витрат за розрахунковими створами нам необхідно визначити, які гідротехнічні споруди знаходяться на ставках.

Визначення нормальної глибини в каналі способом підбору з рівняння Шезі $Q_p = \omega C \sqrt{Ri}_{MK}$. Методика (формули) розрахунку параметрів рівномірного руху наведені в додатку В :

Розрахунок забезпеченості пропускної здатності водоскиду покажемо на прикладі водосховища біля с. Тритузне, яке позначено на плані № 19. (рис.5.1)

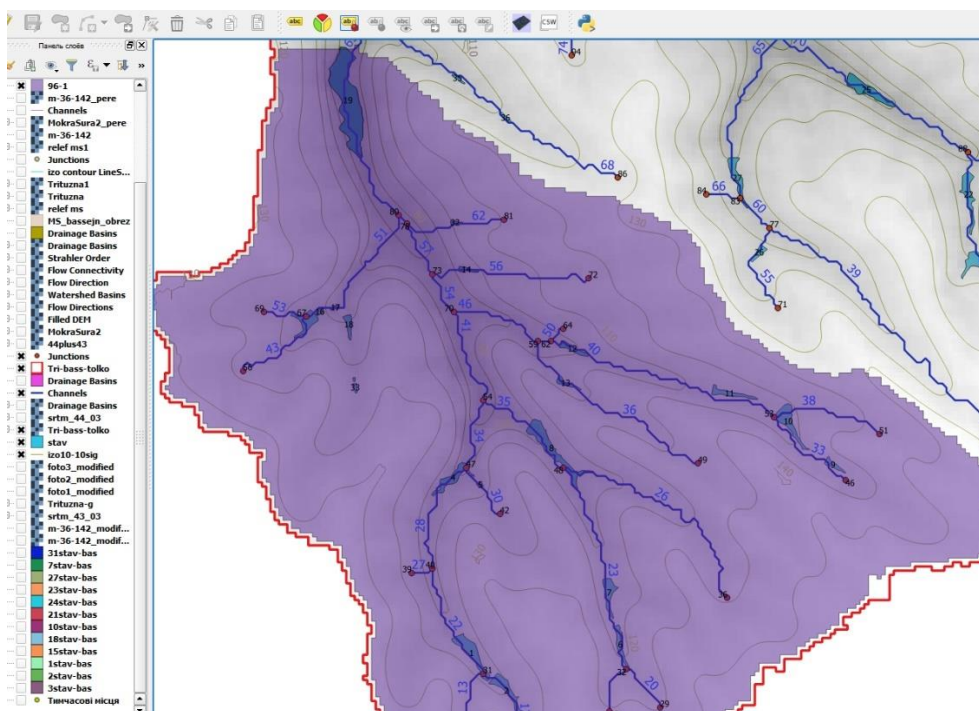


Рисунок 5.1 – Водозбір та водні об'єкти водосховища Тритузного

Регулюючий об'єм для розрахункового створу прийнятий як сума регулюючих об'ємів всіх ставків та вказаного водосховища (див. табл. 4.) і склав 2,68 млн.м³.

Розрахункові параметри повені наведені в табл. 3.2

Розрахунки заносимо в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 - Розрахункові параметри пропуску повені шахтним водоскидом водосховища на р. Тритузна

№ ставу	Населений пункт	Греблі (довжина ширина), м	Водоскиди, водовипуск и та інше (довжини, діаметри)	Витрата водоскиду, м3/с	Регулюючий об'єм, тис.м3	Об'єм повені, тис. м3	Витрата повені, м3/с	Витрата зарегульована, м3/с	Забезпеченість витрат и, %
19	с.Тритузне	д.520 м	шахт.д 32 м	10,4	2683	10300	35,6	26,3	1%
		ш.12 м	d-1,5*1,5м.	10,4	2683	6080	22,8	12,73	5%
				10,4	2683	3810	16,7	4,93	10%
				10,4	2683	1650	8,89	0	25%

За даними табл. 5.1 побудований графік відповідності розрахункової зарегульованої витрати (Q) в створі водосховища відповідній величині забезпеченості (P) з якого знайшли забезпеченість пропускної здатності водоскиду в розрахунковому створі (пунктир).

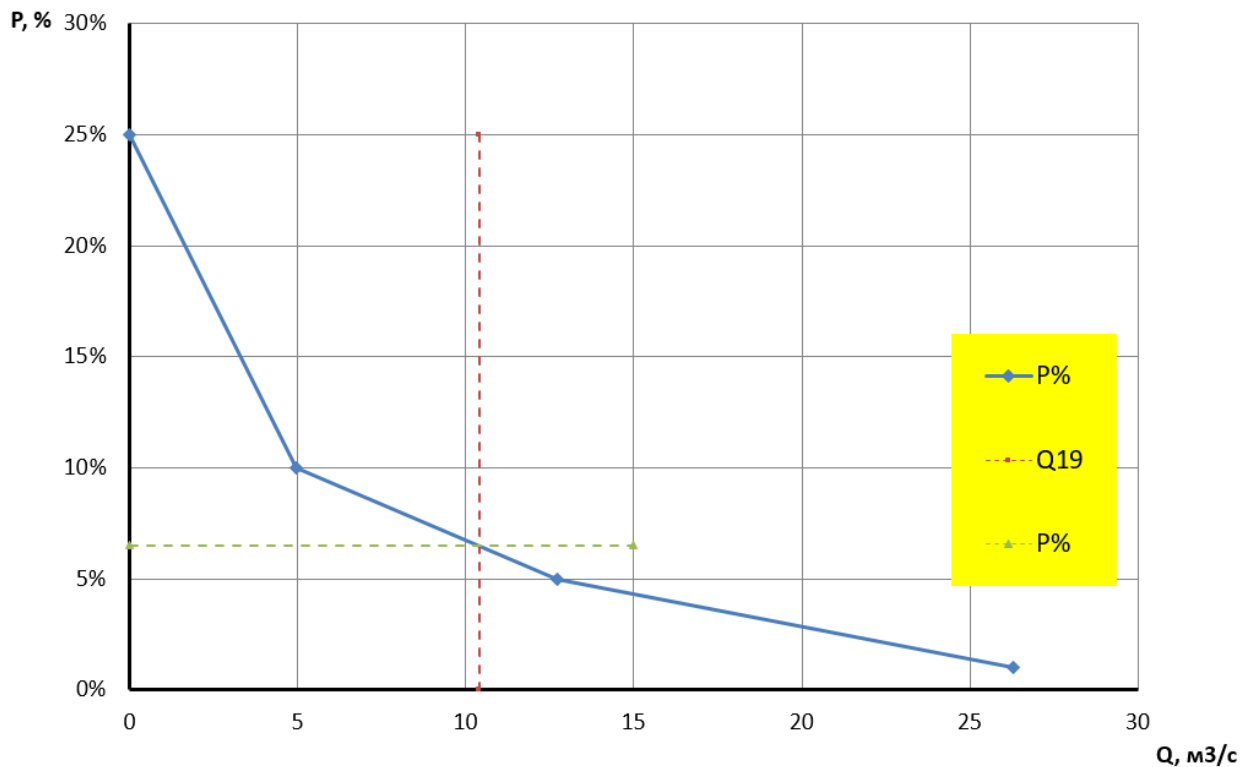


Рисунок 5.2 – Визначення забезпеченості пропускної здатності водоскиду (водосховище, №19. С. Тритузне)

Отже ймовірна забезпеченість пропускної здатності водоскиду на водосховищі №19 біля с. Тритузне складе 6,5%, що майже відповідає нормативу (не більше 5%).

Аналогічно проведений розрахунок для решти ставків. Результат наведений в табл. 5.2.

Ставки з різною пропускною витратою заносимо в таблицю 5.3.

Таблиця 5.3 – Кількість ставків з різною пропускною витратою

Ставки	Пропускна витрата, м³/с			
	До 1	1-5	5-10	Більше 10
всього	5	15	1	1
22	5	15	1	1

Аналізуючи таблицю ми можемо зробити висновок, що більшість ставків пропускає витрату від 1 до 5 м³/с.

Забезпеченість розрахункової пропускної здатності заносимо в таблицю 5.4.

Таблиця 5.4 – Кількість ставок з розрахунковою пропускною здатністю

ставки	Розрахункова пропускна здатність, Р %					
	0,5	≤1	≤5	≤10	≤25	>25
всього						
22	1	2	4	4	9	2

Отже тільки 7 (32%) водоскидних споруд відповідають нормативним вимогам пропуску надзвичайних витрат. Решта (15 шт., 68%) зможуть пропустити витрати 7-40% забезпеченості.

Враховуючи, що за даними обласного РОВРа стан більшості цих споруд задовільний і незадовільний, вважаємо що ймовірність надзвичайних ситуацій висока (не виключаючи аварій ГТС і розмиву тіла греблі).

Як приклад можна привести розмив греблі до основи біля с. Новостепанівка Новомосковського району в 1999 році.

Характеристика старої греблі

Ставок, що утворений старою греблею, був заповнений водою в 1956 – 1958 роках. Гребля земляна збудована в 1955 році, без кріплення верхового укусу (верхня частина укусу – залужена травами, нижня практично постійно була затоплена. Максимальна висота становила 7,5 м. Водоскидна споруда виконана у вигляді шахтного водоскиду із бутового бетону. Водовідвідна частина – сталеві труби діаметром 300 мм в три нитки. Водоспускної споруди не передбачено. Водоскид працював автоматично.

В результаті відсутності будь яких експлуатаційних заходів з догляду за водоскидною спорудою, остання поступово замулювалась і забруднювалась сміттям. При скиданні повеневих вод водоскид частково промивався, але живий переріз поступово, із року в рік зменшувався. В результаті чергового засмічення – закупорки водоскиду сміттям та льодом в 1999 році скид повеневих вод був неможливий через водоскид. Скид відбувся поверхнево

через гребінь греблі в її центральній частині де відмітки гребня на той час були мінімальні. В результаті скиду греблю розмило майже до відмітки підшови. Ставок повністю спорожнився (рис.5.3).



Рисунок 5.3 – План греблі (2020 р.) та проект її реконструкції

Таблиця 5.2 – Зведений розрахунок пропускної спроможності водоскидних споруд

№ ставка	Населений пункт	Дані про гідротехнічні споруди		Канал					Перелив-труба			Регулюючий об'єм ставка, тис. м3	Параметри повені				Забезпеченість ймовірної розрахованої пропускної здатності водоскиду Р, %
		Греблі (довжина ширини), м	Водоскиди, водовипуски та інші (довжини, діаметри)	Похила, і	ширина по дну, м	коефіцієнт шорсткості каналу	форсований напір Нф, м	пропускна здатність Qфпг, м3/с	діаметр d, м	Довжина водоскиду L, м	пропускна здатність Qфпг, м3/с		об'єм сток у повені, тис. м3	максимальна витрата повені, м3/с	зарегульована витрата, м3/сч	розрахункова забезпеченість, %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	с.Григор'ївка	д.250 м	обвід.канал	0,010	1	0,06	1	4,31				346	994	7,96	5,19	1%	3%
		ш.10 м	д.15 м.					4,31				346	586	5,10	2,09	5%	
								4,31				346	368	3,74	0,22	10%	
								4,31				346	159	1,99	-2,34	25%	
2	с.Григор'ївка	д.270 м	сифон d-800мм				3,5		0,8	26	2,08	230	405	3,14	1,36	1%	1%
		ш.10 м	д.26м								2,08	230	239	2,01	0,08	5%	
											2,08	230	150	1,48	-0,79	10%	
											2,08	230	65	0,79	-2,01	25%	
3	с.Григор'ївка	д.110 м	сифон d-200мм				3,5		0,2	14	0,13	34	391	3,94	3,60	1%	40%
		ш.4 м	д.14м								0,13	34	230	2,52	2,15	5%	
											0,13	34	145	1,85	1,42	10%	
											0,13	34	62	0,98	0,44	25%	
4	с.Григор'ївка	д.190 м	шахт.Д 21 м	0,100			1		3	21	27,57	428	2433	12,82	10,56	1%	1%
		ш.8 м	d-3 м.								27,57	428	1435	8,20	5,75	5%	
											27,57	428	900	6,02	3,16	10%	
											27,57	428	389	3,20	-0,32	25%	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
6	с.Тракторне	д.180 м	перел. d-300 мм	0,000			3		0,3	8	0,3	75	550	9,26	8,00	1%	25%
		ш.6 м	д.8 м.								0,3	75	330	5,93	4,58	5%	
											0,3	75	210	4,35	2,80	10%	
											0,3	75	90	2,32	0,39	25%	
7	с.Тракторне	д.170 м	обвід.канал	0,010	1	0,04	1	6,46				170	902	8,31	6,74	1%	1%
		ш.4 м	д.7 м.									170	532	5,32	3,62	5%	
												170	334	3,90	1,92	10%	
												170	144	2,08	-0,38	25%	
8	с.Лікнеп	д.332 м	перелив	0,010			3		0,6	12	1,1	440	1746	10,55	7,89	1%	12%
		ш.8 м	д.12 м.								1,1	440	1030	6,75	3,87	5%	
											1,1	440	650	4,96	1,60	10%	
											1,1	440	280	2,64	-1,51	25%	
10	с.Малозахарино	д.520 м	перел. d-1000мм, д.16 м.	0,010			2		1	16	2,6	184	902	8,08	6,43	1%	7%
		ш.12 м									2,6	184	532	5,17	3,38	5%	
											2,6	184	334	3,80	1,71	10%	
											2,6	184	144	2,02	-0,56	25%	
11	с.Малозахарино	д.150 м	перел. d-600мм	0,010			3		0,6	8	1,1	230	1157	9,08	7,27	1%	30%
		ш.8 м	д.8 м.								1,1	230	682	5,81	3,85	5%	
											1,1	230	428	4,27	1,98	10%	
											1,1	230	185	2,27	-0,55	25%	
12	с.Лікнеп	д.188 м	шахт. д 30м	0,010			3		1,2	30	4,6	280	1553	8,58	7,03	1%	3%
		ш.10 м	д-1200мм.								4,6	280	917	5,49	3,81	5%	
											4,6	280	575	4,03	2,07	10%	
											4,6	280	249	2,14	-0,27	25%	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
13	с.Лікнеп	д.95 м	шахт.	0,01 0			2		0,8	6	1,6	50	554	3,48	3,17	1%	6%
		ш.3 м	д 6 м								1,6	50	327	2,23	1,89	5%	
											1,6	50	205	1,63	1,23	10%	
											1,6	50	89	0,87	0,38	25%	
15	с.Суданівка	д.300 м	сифон d-200мм	0,01 0			4		0,2	20	0,1	130	640	5,68	4,53	1%	20%
		ш.10 м	д.20м								0,1	130	380	3,63	2,39	5%	
											0,1	130	240	2,67	1,22	10%	
											0,1	130	100	1,42	-0,43	25%	
16	с.Суданівка	д.80 м	перел. d-300 мм	0,01 0			2		0,3	7	0,2	140	510	6,78	4,92	1%	20%
		ш.4 м	д.7 м.								0,2	140	300	4,34	2,31	5%	
											0,2	140	190	3,19	0,84	10%	
											0,2	140	80	1,70	-1,28	25%	
18	с.Суданівка	д.120 м	обвід.канал	0,01 0	0	0,06	1	2,73				40	630	5,30	4,96	1%	7%
		ш.4 м						2,73				40	370	3,42	3,05	5%	
								2,73				40	230	2,51	2,07	10%	
								2,73				40	100	1,34	0,80	25%	
19	с.Тригузне	д.520 м	шахт.д 32 м	0,00 0			5,5		1,6	32	10,4	2683	10300	35,56	26,30	1%	12
		ш.12 м	d-1,5*1,5м.								10,4	2683	6080	22,76	12,72	5%	
											10,4	2683	3810	16,72	4,94	10%	
											10,4	2683	1650	8,89	0,00	25%	
25	с.Широке	д.300 м	перелив	0,00 0			2		1	15	2,5	760	3500	17,00	13,31	1%	12
		ш.15 м	д.15 м.								2,5	760	2100	11,00	7,02	5%	
											2,5	760	1300	8,10	3,36	10%	
											2,5	760	600	4,30	-1,15	25%	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
26	с.Широке	д.100 м	перелив	0,00 0			2		1	15	2,5	760	3500	17,00	13,31	1%	12
		ш.5 м	d-1,2 м								2,5	760	2100	11,00	7,02	5%	
											2,5	760	1300	8,10	3,36	10%	
											2,5	760	600	4,30	-1,15	25%	
27	с.Широке	д.312 м	шахт.д 30 м	0,00 0			1		16	30	445,4	170	1500	6,00	5,32	1%	0,50%
		ш.8 м	d-4*4м.								445,4	170	910	4,10	3,33	5%	
											445,4	170	570	3,00	2,11	10%	
											445,4	170	250	1,60	0,51	25%	
29	с.Широке	д.340 м	сифон d- 200мм	0,00 0			4,5		0,2	18	0,1	855	6800	33,00	28,85	1%	?
		ш.8 м	д.18м								0,1	855	4000	21,28	16,73	5%	
											0,1	855	2500	15,63	10,28	10%	
											0,1	855	1100	8,31	1,85	25%	
30	с.Сергіїв ка	д.180 м	Перел. довж.- 7м	0,00 0			2		1	7	2,5	110	2040	11,80	11,16	1%	20%
		ш.6 м	d.= 1000мм								2,5	110	1200	7,60	6,90	5%	
											2,5	110	750	5,50	4,69	10%	
											2,5	110	330	3,00	2,00	25%	
31	с.Сергіїв ка	д.130 м	Перел. довж.- 8м	0,00 0			2		1	8	2,5	160	2470	11,20	10,47	1%	15%
		ш.8 м	d.= 1000мм								2,5	160	1460	7,20	6,41	5%	
											2,5	160	920	5,30	4,38	10%	
											2,5	160	400	2,80	1,68	25%	

5.2 Експлуатаційні заходи в період пропуску паводку і в аварійних умовах

У процесі експлуатації водопідпірних споруд найбільш відповідальними є періоди пропуску весняних та зливових паводків. Саме до цих етапів здійснюється завчасна і ретельна підготовка гідротехнічних споруд. Обов'язковою вимогою є проведення планових оглядів елементів гідровузла: восени — перед утворенням льодового покриву, а також навесні — до початку паводку та після його завершення.

Під час осіннього обстеження особливу увагу приділяють ліквідації тріщин, осідань ґрунту, нір землерийних тварин, а також пошкоджень кріплень у зоні верхнього б'єфу. Водобійні колодязі та інші споруди для гасіння надлишкової енергії потоку, які в зимовий період не експлуатуються, до настання морозів необхідно повністю звільнити від води. У разі невиконання цих заходів можливе промерзання конструкцій, що під час пропуску весняного паводку може призвести до їх несправності та, як наслідок, до пошкодження елементів нижнього б'єфу.

Навесні, напередодні проходження паводкових вод, здійснюється перевірка технічного стану ґрунтових дамб, захисних гребель обвалування, берегів водосховищ і льодового покриву. Усі виявлені небезпечні дефекти та пошкодження підлягають негайному усуненню з метою забезпечення безпечної експлуатації споруд.

Пропуск паводку ділиться на три періоди: підготовку до пропуску, пропуск паводку і післяпаводковий. Залежно від специфіки гідротехнічних споруд, кліматичних, гідрологічних, топографічних і інших умов пропуск паводку організовується не завжди однаково. Основні положення і принципи його здійснення в кожному періоді зводяться до наступних заходів.

Підготовка до пропуску паводку. Враховуючи відповідальність цього періоду, не пізніше ніж за місяць до початку повені організовують паводкову

комісію під керівництвом начальника або головного інженера управління експлуатації гідровузла, Можуть створюватися і державні комісії за участю керівників області, краю, автономної або союзної республіки залежно від призначення споруди, об'єму паводку і прогнозованих наслідків після його проходження.

У завдання паводкової комісії входить розробка плану заходів щодо пропуску повені при мінімальному збитку, який може бути нанесений паводковими водами, льодом і тому подібне.

Комісія керує пропуском паводку, а також здійснює усунення пошкоджень, викликаних їм.

Пропуск паводку. В цей час встановлюють цілодобове чергування найбільш відповідальних членів паводкової комісії і аварійних бригад. У розпорядження чергової відповідальної особи паводкової комісії передаються необхідне устаткування, машини, механізми і будматеріали і так далі Начальник гідровузла зобов'язаний інформувати в період складної ситуації негайно, а в інших випадках відповідно до розробленого графіка вищестояще управління експлуатації, облводгоспи і паводкові комісії суміжних гідровузлів про полягання рівнів води у водосховищі, витратах, що скидаються в нижній б'єф, заходах, що приймаються на гідровузлі, і їх наслідках.

Режим скидання води в нижній б'єф повинен здійснюватися відповідно до раніше розробленого графіка. Однією з основних умов маневрування затворами дамби повинне бути забезпечення безаварійної роботи гідромеханічного устаткування, водоскидного тракту і пристроїв нижнього б'єфу. Реалізація графіка відкриття (маневрування) затворами повинна супроводжуватися систематичними спостереженнями за поляганням верхнього б'єфу і режимами потоку в нижньому б'єфі.

Післяпаводковий період. Після закінчення пропуску повені паводкова комісія оглядає, фотографує, замальовує виявлені несправності і пошкодження. Підводні частини споруд обстежують відповідно до плану проведення підводно-технічних робіт після пропуску паводку. Якщо роботи за допомогою водолазів

не передбачені, то інформацію про стан затоплених елементів споруд отримують всіма доступними методами (промеру глибин, промацує за допомогою жердин, огляд із застосуванням ящика з скляним дном, спеціальних оглядових труб з ілюмінаторами, перископів і т. д.). Після обстеження складають акт, в якому повинні бути відбиті: стан елементів споруд, ступінь виниклих пошкоджень з вказівкою можливих причин появи дефектів, руйнувань і т. д.; основні заходи щодо приведення споруд в належний стан; виводи по усуненню недоліків, що мали місце, які повинні враховуватися при пропуску подальших паводків і ремонті споруд. Крім того, складають звіт з повним описом умов пропуску паводку (гідрометеорологічні, наростання паводку і його спад, льодові явища, максимальні рівні і витрати, що спостерігаються в даний період), причин і характеру пошкоджень або аварій, методів їх усунення, а також об'єм витрат грошей, матеріалів, робочої сили, транспорту, механізмів. На усунення значних пошкоджень аварійного характеру проектні організації складають проекти і кошториси. Звіт супроводжується схемами, кресленнями, фотографіями, актами і іншими пояснюючими і підтверджуючими факти матеріалами.

При виникненні загрози руйнування водо підпірних гідротехнічних споруд терміново через місцеві Ради народних депутатів оповіщають всі населені пункти, що пролягають нижче, підприємства і евакуювали населення в безпечні зони. Пошкодження аварійного характеру, які можуть принести великий матеріальний збиток або створити небезпеку для життя людей, усувають негайно будь-якими доступними засобами, зокрема із залученням воєнізованих підрозділів.

Пошкодження і аварії бетонних і кам'яних дамб

Основними причинами аварій і руйнувань бетонних дамб є недооблік здатності порід підстави, що несе, або неприйнятний розподіл зусиль на контактні підстави із спорудою. Крім того, руйнуванню сприяють переміщення порід підстави, їх вивітрювання, вихід з ладу дренажу або завіси цементациї, підвищена фільтрація в підставі і ін. Аварії арочних дамб відбуваються в основному із-за втрати здатності породи скельної підстави, що несе.

Пошкодження і аварії ґрунтових дамб

За даними Міжнародної комісії з великих дамб, надійність ґрунтових дамб приблизно така ж, як у контрфорсних і арочних. Найчастіше руйнуються дамби з місцевих матеріалів (земляні, кам'яно-земляні, кам'яно-насіпні дамби). Приблизно 80% дамб руйнувалося в процесі будівництва або під час постійної експлуатації по причинах переливу води через гребінь, підвищеної фільтрації води в підставі або тілі дамб. При цьому пошкодження основ складало 25%, тіла - 47%, водоскидів - 23% і іншого - 5%. Іншими причинами пошкодження і аварій ґрунтових дамб є: недостатньо надійна система дренажу; ерозія і розмиви в результаті підвищеної фільтрації, особливо якщо одна частина дамби розташована на слабких алювіальних відкладеннях, а інша - на міцній основі; нерівномірність осідань дамби; значні обвальні явища і ін.

Пошкодження водоскидів

Водоскиди часто під час експлуатації піддаються дії високошвидкісного потоку, що створює значні гідродинамічні навантаження, зони зниженого тиску, високу турбулентність потоку. Названі явища призводять до зниження стійкості окремих елементів споруд, їх вібрації, ерозії кавітації, а також значних місцевих розмивів в нижньому б'єфі. Недооблік або незнання причин їх виникнення викликає пошкодження, аварії, а в деяких випадках катастрофи на гідровузлах, що наносять значні ущерби.

Реконструкція ґрунтових дамб

Відмітку гребеня ґрунтової дамби підвищують часто без спорожнення водосховища або з частковим спорожненням. Дамбу нарощують, як правило, з низового укусу. У тому випадку, коли кріплення верхового укусу, укладене до реконструкції дамби, виконує свої функції і після реконструкції, водосховище можна не спорожняти. Різні схеми нарощування ґрунтових дамб приведені на рис. 12.1 [22].

Гребінь однорідної дамби з глинистих ґрунтів підвищують шляхом пристрою знов відсипаної частини дамби з ґрунтовим екраном. Причому останню можна відсипати з ґрунту. Дамби, що мають протифільтраційні пристрої у вигляді

екрану або ядра з місцевих матеріалів нарощують шляхом пристрою додаткового екрану, ядра, буро набивних стінок, шпунта, екрану із застосуванням поліетиленової плівки або їх комбінації. Якщо екрани і діафрагми виконані з не ґрунтових матеріалів, то їх зазвичай нарощують із застосуванням асфальтобетону, залізобетону, поліетиленової плівки і так далі. Дамби з уположенним верховим укосом нарощують шляхом зниження рівня води у водосховищі до відмітки мертвого об'єму, відсипання ґрунту на низовий і верховий укоси і пристроєм кріплення останнього. Якщо дамба, що реконструюється, має низовий уположенний укіс, то верховий укіс відсипають протягом того, що є, а низовою влаштовують крутішим. Однорідні дамби з піщаних ґрунтів, дренаж яких не може бути використаний надалі, нарощують з низового укосу з пристроєм нового дренажу.

Реконструкція бетонних дамб

Реконструкцію глухих бетонних дамб в основному проводять з метою підвищення відмітки гребеня, омонолічування бетонної кладки, підвищення стійкості дамби, усунення підвищеної фільтрації і ін. При нарощуванні дамби основною трудностю є складність забезпечення її загальної міцності, стійкості і надійності контакту сполучення між старою і новою кладками дамби в умовах спільної роботи. Нарощування бетонних дамб виконують шляхом реконструкції гребеня, розширення дамби у бік нижнього, верхнього б'єфу або в обидві сторони, пристрої контрфорсів, бетонною пригрузки і так далі. Роботи по реконструкції виконують при повному або частковому спорожненні або без спорожнення водосховища.

Якщо дамба володіє достатнім запасом стійкості і міцності, то її нарощують у верхній частині, забезпечуючи надійний контакт між старою і новою кладкою.

При недостатній міцності і стійкості нарощують гребінь і заанкеровують дамбу в підставу. Можливі випадки, коли нарощену частину прианкеровують до старої дамби[. При значному підвищенні дамби або низькому запасі стійкості і міцності нарощування виконують з низової грані і гребеня, зберігаючи вертикальність напірної грані або шляхом пристрою консолі, розташованої у

верхньому б'єфі. Здійснення робіт на низовому укосі і гребені дамби дозволяє експлуатувати споруду без зниження рівня води. Профіль реконструйованої дамби може бути прийнятий обжатим в результаті анкеровки її до підстави. Якщо водосховище можна спорожнити, то дамбу нарощують з боку нижнього і верхнього б'єфів. Розширення профілю бетонної дамби у бік верхнього б'єфу знижує водопроникність старої дамби. При розширенні дамби з низового боку будівельні шви по можливості орієнтують по траєкторії головної напруги.

Особливості реконструкції водоскидів, водозаборів, відстійників, магістральних каналів

Збільшення пропускної спроможності водоскидних споруд є достатньо складним в технологічному відношенні завданням. В більшості випадків цю задачу вирішують шляхом підвищення натиску на водоскидній споруді. Проте іноді зрубають бетон на верхній частині водозливу або роблять додатковий водоскид відкритого або закритого типу. Будують додаткові водоскидні отвори, що примикають до тих, що існують, зазвичай небажано, оскільки при цьому виникає ряд технологічних і конструктивних складнощів (спорожнення водосховища, складність сполучення з існуючою бетонною спорудою і т. д.). Збільшити пропускну спроможність низьконапірних водозабірних споруд можна також шляхом підвищення натиску на гідровузлі, будівництва нових бетонних секцій водоприймача, забезпечених відповідними затворами. Якщо вище перелічені заходи виявляться дорогими, то розглядають варіант пристрою додаткового водоприймача водозабірної споруди. У ряді випадків доцільно розміщувати водозливний лоток уперек потоку (на биках), який з'єднується з магістральним каналом у вигляді відкритої або закритої споруди. Питання про підвищення пропускної спроможності водозабору вирішується у кожному конкретному випадку виходячи з техніко-економічних умов.

Відстійники реконструюють у випадках збільшення пропускної спроможності каналів, що подають воду на дериват, зрошування земель або обводнення. Спочатку розглядають можливість використання існуючого відстійника при пропуску підвищеної витрати води. Відстійник з періодичним,

механічним або комбінованим очищенням завжди має резервний об'єм, в якому наноси акумулюються в період між промивками. Після промивки відстійник працює при розрахунковій витраті із зниженим рівнем води в камері, прийнятому з умови забезпечення каламутності, що допускається, на виході в канал, що захищається від наносів. Тому, підвищуючи рівень води у відстійнику, можна пропускати більший в порівнянні з розрахунковим витрата. Проте в цьому випадку скорочують інтервал між промивками. Такий захід носить експлуатаційний характер, але воно може бути реалізоване у багатьох випадках. Якщо експлуатаційними заходами не вдається вирішити питання про підвищення пропускної спроможності відстійника, то збільшують число камер, їх ширину або довжину. В окремих випадках вигідно влаштувати додатковий відстійник, з'єднавши його з водоприймачем і магістральним каналом. В умовах підняття відмітки НПУ у верхньому б'єфі водозабірною вузла стає виправданим нарощування стінок камери відстійника, щоб збільшити їх об'єм і, як наслідок, підвищити пропускну спроможність.

Реконструкцію каналів виконують по-різному, залежно від їх призначення, умов трасування, наявності бетонних і залізобетонних споруд на них, можливості підвищення рівня води на водозабірні, одяг і так далі Так, зрошувальний канал можна відключити в міжвегетаційний період для реконструкції окремих споруд або ділянок каналу, чого не можна допустити на каналі, службовцеві для водопостачання населення і промислових підприємств. Канал, що проходить на великому протязі в земляному руслі, можна реконструювати без припинення подачі води, збільшуючи його живий перетин за допомогою землерийних механізмів або засобами гидромеханізації.

5.3 Заходи щодо поліпшення надійності в роботі водоскидних ГТС на водних об'єктах в басейні р. Тритузна

Гідротехнічні споруди, зокрема водопідпірні греблі та дамби, канали, тунелі, трубопроводи, водозабірні й водоскидні споруди, а також дамби золо- і

шлаковідвалів, повинні відповідати чинним нормативним і проєктним вимогам щодо стійкості, міцності, довговічності та екологічної безпеки. Конструкції, що перебувають під дією напору води, разом з їх основами та зонами примикання мають забезпечувати встановлені показники водонепроникності й морозостійкості.

У процесі експлуатації гідротехнічні споруди повинні бути захищені від негативного впливу фізичних, хімічних і біологічних факторів, а також від дії навантажень і водного потоку. Усі виявлені дефекти та пошкодження підлягають своєчасному виявленню і ліквідації з метою запобігання аварійним ситуаціям.

Найбільш відповідальними етапами експлуатації водопідпірних споруд є періоди пропуску весняних та зливових паводків. Підготовка до цих умов передбачає обов'язкове проведення технічних оглядів споруд гідровузла: восени — до встановлення льодового покриву, а також навесні — перед початком паводку і після його завершення. Під час осінніх обстежень особливу увагу приділяють усуненню тріщин, локальних осідань, нір землерийних тварин і пошкоджень кріплень у зоні верхнього б'єфу. Водобійні колодязі та інші елементи гасіння енергії потоку, які не експлуатуються в зимовий період, до настання морозів необхідно звільняти від води з метою запобігання їх промерзанню та втраті працездатності під час пропуску весняного паводку. Несправність таких споруд може призвести до пошкодження елементів нижнього б'єфу при скиданні розрахункових витрат.

Навесні, до початку проходження паводкових вод, здійснюється перевірка технічного стану ґрунтових дамб, гребель обвалування, берегів водосховищ і льодового покриву. Усі виявлені небезпечні пошкодження усуваються в найкоротші терміни.

У межах даного дослідження виконано аналіз технічного стану водоскидних гідротехнічних споруд у замикаючих створах виділених водозборів та визначено їх пропускну здатність за нормативними характеристиками (форсований підпірний горизонт і відповідний об'єм регулювання). За результатами оцінки встановлено, що лише 7 водоскидних споруд (32 %) відповідають нормативним

вимогам щодо пропуску надзвичайних витрат. Решта споруд (15 одиниць, або 68 %) здатні забезпечити пропуск води з забезпеченістю лише 10–40 %. З урахуванням даних обласного водогосподарського управління, які свідчать про задовільний або незадовільний технічний стан більшості цих об'єктів, імовірність виникнення надзвичайних ситуацій залишається високою, включаючи ризики аварій гідротехнічних споруд та розмиву тіл гребель.

Беручи до уваги, що протягом останніх 5–10 років на водозборі річки Тритузна та суміжних водозборах не фіксувалися значні повені з забезпеченістю 10 % і більше, імовірність настання періоду високих вод у майбутньому зростає. У зв'язку з цим актуальним є впровадження детального та системного моніторингу технічного стану гідротехнічних споруд на зазначених водних об'єктах з метою уточнення умов їх роботи в надзвичайних ситуаціях і обґрунтування необхідності реконструкції, особливо для об'єктів, що перебувають в оренді або комунальній власності та мають розроблену проектну документацію і кадастрові паспорти.

6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУ ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ГТС

Для розрахунку витрат труда на виконання науково-дослідних робіт (НДР) використовується календарний план проекту у вигляді діаграми Ганта, в якому чітко визначаємо усі види робіт з конкретними датами їх проведення.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ пп	Назва етапів дипломного проекту	Початок виконання етапів проекту	Кінець виконання етапів проекту
1	Надання характеристики природно-кліматичним умовам на території проектування (водозбір водосховища);	24.09.25	30.09.25
2	Гідрологічна вивченість території, гідрологічні та водогосподарські розрахунки для розрахункового водозбору	24.09. 25	08.10. 25
3	Х-ка ГТС на водних об'єктах досліджуваної території.	01.10. 25	28.10. 25
4	Розрахунок та аналіз пропуску надзвичайних витрат гідротехнічними спорудами на водних об'єктах басейну річки.	21.10. 25	25.11. 25
5	Охорона праці при експлуатації гідротехнічних споруд та безпека в надзвичайних ситуаціях	17.11. 25	30.11. 25
6	Розрахунок економічної ефективності проекту обґрунтування технічного стану ГТС.	25.11. 25	30.11. 25
7	Висновки. Креслення. Презентація в PowerPoint та QGIS	25.11. 25	07.12. 25
8	Поточний контроль виконання ДП за планом	01.09.25	30.11.2025
9	Передзахист ДП на кафедрі		12.12.2025.
10	Представлення ДП на перевірку на добросовісність		15.12.2025.

Таблиця 6.1 – Діаграма Ганта виконання НДР

Робота	Поточна неділя												
	1 тижд.	2 тижд.	3 тижд.	4 тижд.	5 тижд.	6 тижд.	7 тижд.	8 тижд.	9 тижд.	10 тижд.	11 тижд.	12 тижд.	13 тижд.
1	■												
2	■	■											
3		■	■	■	■								
4					■	■	■	■	■				
5									■	■			
6										■			
7											■	■	
8	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
9												■	
10													■

Розрахунок витрат здійснюємо через вартість трудозатрат понесених на проведення відповідного дослідження.

Вартість НДР визначаємо виходячи з витрат труда та складових вартості цих робіт, визначених за економічними статтями калькулювання.

Трудомісткість НДР (T_p в люд.-дн.) визначаємо за формулою:

$$T_p = \sum_{i=1}^n (t_{Ei} * O_i), \quad (6.1)$$

де, n – кількість етапів НДР;

t_{Ei} – норматив витрат труда на одиницю виміру i -го етапу робіт, люд.-дн.;

O_i – обсяг одиниць виміру i -го етапу робіт, що виконується (етап, тема, завдання, лист формату А4, розрахунок, модель тощо).

Витрати труда на виконання НДР розроблені виходячи з тривалості робочого тижня 40 год. при 8-ми годинному робочому дні і наведені в таблиці Г.1.

Згідно навчального плану, встановлено строк підготовки дипломної роботи з 24.09.2025 по 12.12.25 року. Тобто він складає тринадцять тижнів, або $13 \cdot 5 = 65$ днів не включаючи вихідні.

З 1 січня 2025 року мінімальна заробітна плата в Україні становить 8000 грн.

Розраховуємо кошторисну вартість наукових досліджень і зводимо в таблицю (табл. 6.3).

Таблиця 6.3 – Калькуляція кошторисної вартості на створення НДР

№ ч.ч.	Найменування посад виконавців (виробничого персоналу)	Кількість виконавців, люд.	Витрати праці, люд.-дн.	Заробітна плата виконавців, грн.	
				За 1 день	Всього вартість
1	Науковий керівник, к.с-г.н.	1	5	600	3000
2	Дослідник	1	57	363	20691
	Разом		62		23601

1.	Разом заробітна плата виробничого персоналу, грн.	23601
2.	Єдиний соціальний внесок, грн.	5192
3.	Загальновиробничі витрати, грн.	15341
4.	Разом собівартість робіт, грн.	44134
5.	Прибуток, грн.	4413
6.	Адміністративні витрати, грн.	5900
7.	Разом кошторисна вартість, грн.	54448
8.	Податок на додану вартість, грн.	10890
	Разом, грн.	65337

Отже, кошторисна вартість наших наукових досліджень складає 62,3 тис.грн.

ВИСНОВКИ

У результаті виконаних досліджень сформульовано такі основні висновки:

1. На основі аналізу довідкових, навчальних і спеціалізованих джерел узагальнено природно-кліматичні умови басейну річки Тритузна, зокрема сезонний розподіл атмосферних опадів та особливості формування і збереження снігового покриву.
2. Визначено характеристики гідрографічної мережі та гідрологічного режиму річки за матеріалами спостережень на гідрологічному посту поблизу с. Кринички. Надано оцінку ступеня гідрологічної й гідрометричної вивченості водозбору річки Тритузна.
3. Для детального аналізу просторового розподілу водних ресурсів у басейні р. Тритузна та оцінки технічного стану гідротехнічних споруд досліджувану територію поділено на 22 розрахункові створи: один основний (весь водозбір р. Тритузна в районі с. Аполлонівка), два створи першого порядку та дев'ятнадцять створів другого порядку.
4. Для кожного з виділених створів визначено характеристики річного стоку різної забезпеченості (у межах від 1 до 99 %), а також розраховано відповідні значення максимального стоку, зокрема витрати та об'єми води.
5. Проведено аналіз водних об'єктів (ставків і водосховищ), розташованих у межах водозбору річки. Встановлено, що на території басейну наявні 36 водних об'єктів, утворених греблями. Для них досліджено основні кількісні показники, зокрема площі дзеркала води, об'єми при нормальному підпірному рівні, об'єми регулювання та інші параметри.
6. Виконано оцінку технічного стану водоскидних гідротехнічних споруд у замикаючих створах виділених водозборів і визначено їх пропускну

здатність відповідно до нормативних характеристик (форсований підпірний рівень і відповідний об'єм регулювання). Встановлено, що лише 7 споруд (32 %) відповідають вимогам щодо пропуску надзвичайних витрат, тоді як 15 споруд (68 %) здатні пропускати витрати з забезпеченістю лише 10–40 %. З урахуванням даних обласного водогосподарського управління про задовільний або незадовільний стан більшості цих об'єктів імовірність виникнення надзвичайних ситуацій залишається підвищеною, включаючи ризики аварій гідротехнічних споруд і розмиву тіл гребель.

7. З огляду на те, що протягом останніх 5–10 років на водозборі річки Тритузна та суміжних водозборах не спостерігалися повені з забезпеченістю 10 % і більше, ймовірність настання періодів високих вод у перспективі зростає. У зв'язку з цим актуальним є запровадження систематичного моніторингу технічного стану гідротехнічних споруд на зазначених водних об'єктах для уточнення умов їх роботи в надзвичайних ситуаціях і обґрунтування необхідності реконструкції, особливо для споруд, що перебувають в оренді або комунальній власності та мають затверджену проєктну документацію і кадастрові паспорти.

Вважаю, мету роботи досягнуто.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ESRI World Imagery. URL: <https://www.arcgis.com/apps/mapviewer/index.html?layers=10df2279f9684e4a9f6a7f08febac2a9>
2. Google Earth Pro. Google Планета Земля.
3. QGIS. ГІС з відкритим кодом. URL: <https://www.qgis.org/>
4. USGS. Пошукова система Землі / глобальна база геоданих супутникових знімків та ДЗЗ. URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/>
5. Water In Wetlands Index (WIW) - Sentinel-2 Version. URL: https://custom-scripts.sentinel-hub.com/sentinel-2/wiw_s2_script/
6. Агрокліматичний довідник по Дніпропетровській області (1986-2005 рр.) / за ред. О.Т.Прохоренко, Т.І.Адаменко. Дніпропетровськ: 2011, 189 с.
7. Альбом карт к СНиП 2.06.03-14-1983. / Днепропетровский гос. аграрный ун-т. Днепропетровск : ДГАУ, 1997. 38 с.
8. Атлас “Климат и водные ресурсы Украины” / Липинский В.Н., Осадчий В.И., Шестопапов В.М. та інш. URL: https://uhmi.org.ua/conf/climate_changes/presentation_pdf/plenary_session/Lipinskiy_et_al.pdf
9. Атлас природних умов і природних ресурсів Української РСР. Гідрометеовидат, 1978. 183 с.
10. Большаков В.А. Справочник по гидравлике. Киев : Вища школа, 1984. 343с.
11. Вишневецький В.І. Річки і водойми України. Стан і використання. Київ.: Віпол, 2000. 376 с.
12. Вишневецький 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. Водний фонд України: довідниковий посібник / М.М.Паламарчук, Н.Б.Закорчевна. К.: Шка-Центр, 2001. 329 с.
16. Географічна енциклопедія України. В 3 т. / під. ред. О.М.Маринич. – Київ.: Укр. енциклопедія ім. М.П.Бажана, 1989 - 1994.
17. Гідротехнічні споруди : підручник / за ред. А.Ф. Дмитрієва. Рівне : Вид-во РДТУ, 1999. 326 с.
18. Гідрохімія України: підручник / Л.М. Горєв, В.Г. Пелешенко, В.К. Хільчевський. Київ.: Вища школа, 1995. 307 с.
19. Горб А.С. Клімат Дніпропетровської області: моногр. Д.: Вид-во ДНУ, 2006. 204 с.
20. Ґрунти Дніпропетровської області. Дніпропетровськ: Промінь, 1969. 84с.
21. 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.).
22. ДБН А.2.1-1-2008. Інженерні вишукування для будівництва. Київ: Мінрегіонбуд, 2008. 72 с
23. ДБН А.2.2-3-2014. Склад та зміст проектної документації для будівництва .Київ: Мінрегіон України, 2014. 33 с.
24. 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.
25. 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://dnaop.com/html/29894/doc-ДБН_В.2.4-3_2010 (звернення 25.09.2018).

26. Державний водний кадастр. Багаторічні дані про режим та ресурси поверхневих вод суші. Частина 1. Річки. Том II. Українська РСР.
27. Довідник агрогідрологічних властивостей ґрунтів Української РСР/ за ред. О.О.Мороз]. Гідрометеоіздат, 1965. 550 с. (рос.мова).
28. ДСТУ 3008–2015. Державний стандарт України. Структура і правила оформлення. Київ: Держстандарт України, 2015. 37с.
29. Інвентаризаційні відомості про водні об'єкти та гідротехнічні споруди. РОВР у Дн.обл. 2009.
30. Карта ґрунтів України. URL: <https://www.zerno-ua.com/journals/2014/yanvar-2014-god/kartoteka-agrariya-karta-g-runtiv-ukrayini/>
31. Кириенко И.И., Химерик Ю.А. Проектирование и расчет гидротехнических сооружений : уч.пос. Киев: Высшая школа, 1987. 253 с.
32. Клімат України : довідник / за ред. В.М. Ліпінського. Київ : Видавництво Раєвського, 2003. 353 с.
33. Курсовое и дипломное проектирование по гидротехническим сооружениям : учебник / под. ред. В.С. Лапшенкова. Агропромиздат, 1989. 448 с.
34. Литовченко О.Ф. Інженерна гідрологія та регулювання: підручник . Дніпропетровськ: ДДАУ, 1993. 213 с.
35. Литовченко О.Ф. Практикум з інженерної гідрології та регулювання стоку. Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2007. 252 с.
36. Масюк М.Т. Вступ в сільськогосподарську екологію: навч.пос. Дніпропетровськ : ДСГІ, 1989. 192 с. (рос.мова)
37. 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>
38. План управління річковим басейном Дніпра. Суббасейн Нижнього Дніпра. URL: https://www.davr.gov.ua/fls18/lowerdnipro_summary_23072020.pdf

39. Практикум по гидрологии, гидрометрии и регулированию стока// Под. ред. Е.Е. Овчарова. Агропромиздат, 1988. 224 с.
40. 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>
41. Публічна кадастрова карта України. URL: <http://map.land.gov.ua/kadastrova-karta>).
42. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.6. Украина и Молдавия. Вып. 2. Среднее и нижнее Поднепровье / под ред. М.С. Каганера.: Гидрометеиздат, 495 с.
43. Рубан С.А., Шинкаревський М.А. Гідрогеологічні оцінки та прогнози режиму підземних вод України : монографія. Київ : УкрДГРІ, 2005. 572 с.
44. СНіП. 2.01.14-83. Визначення розрахункових гідрологічних характеристик: Стройіздат, 1985. 36 с.(рос.мова)
45. Справочник по гидравлике / под ред. В.А.Большакова. Київ : Вища школа, 1984. 344 с.
46. Физико-географическое районирование Украинской ССР / под ред. А.М.Маринича. Киев: Издат. Киевского ун-та, 1968. 684 с.
47. Цифрова модель рельєфу USGS [Роздільна здатність : 30 м]. URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/>

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А.1 – Розрахунок максимального стоку з водозборів р. Тритузна

Найменування показників	р. Тритузна (п.Аполонівка)	б/н 25 (с. Микільське)	б. Куча (Стародніпровське)	б/н 20, б/н 20.2 (с. Безбородьково, с. Чернопаровка)	б/н 19 (с. Письмечено)	р. Кампувата Сура (с. Новопокровка)	б/н 11 (с. Дружелюбівка)	р. Любимівка (с. Наталівка)	р. Любимівка (с. Наталівка)	б. Хижина (с. Незабудене)	б/н 4 (с. Михайлівка)
№ створу (ставка)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Площа басейну F , км ²	283.9	10.57	5.71	4.04	23.95	4.5	6	9.47	19.16	7	10.08
Довжина водотоку L , км	25.7	2.63	2.63	0.96	7.1	1	0.96	1.5	5.1	2.53	1.91
Відстань від гирла, км	100.0	1.0	52.5	49.7	0.0		7				
Падіння ріки H , м	79	25	20	10	42	8	14	18	33	15	25
Інтенсивність водовіддачі a_m , мм/год	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	7.0	4.3	4.3	4.3	4.3
Коефіцієнт форми та шорсткості русла a , (табл. 85) км/добу	8	6	6	6	6	8	6	6	6	6	6
Швидкість добігання хвилі повені $v=aH^{1/3}$ км/добу	34.3	17.5	16.3	12.9	20.9	16.0	14.5	15.7	19.2	14.8	17.5
Тривалість добігання хвилі повені $t=L/v$, діб	0.75	0.15	0.16	0.07	0.34	0.06	0.07	0.10	0.27	0.17	0.11
Тривалість водовіддачі від сніготанення t_s , (рис. 49) діб	3.10	3.15	3.15	3.15	3.10	3.00	3.00	3.00	3.00	2.95	2.90
Співвідношення $n=t/t_s$	0.24	0.05	0.05	0.02	0.11	0.02	0.02	0.03	0.09	0.06	0.04
Коефіцієнт редукції: - $j=(0,28+0,07n)/(1+2n)$ при $n>1$; ($t>t_s$) - $j=0,35/(1+2n)$ при $n<1$; $t>1$ - $j=t_s/(0,92t_s-0,24+(1,94t_s+5,95)t)$; при $t<1$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.26795	0.70532	0.6839	0.8863963	0.463734	0.9215	0.909	0.8235	0.532	0.66	0.7863
Площа лісів в басейні f_s , км ²	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Площа боліт в басейні f_b , км ²	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0
Коефіцієнт складу лісів a_s	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
Коефіцієнт підвищення часу водовіддачі за рахунок залісненості та заболоченості $m=1+a_s f_s/F+f_b/F$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Умовний час початку віддачі стоку: - у витoku ріки T_m , (рис. 50) діб	1.8	2.15	2.10	2.05	2.05	2.0	2.0	2.0	1.95	1.90	1.85
- в розрахунковому створі ріки T_s , (рис. 50) діб	2.2	2.15	2.1	2.05	2.05	1.8	1.95	1.95	1.95	1.90	1.80
Тривалість неодночасності віддачі стоку $t_s=T_m-T_s$ діб	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.05	0.1	0.0	0.0	0.1

Продовження табл. А.1

Коефіцієнт, що враховує вплив залісненості, заболоченості і неодноразності сніготанення $\gamma=(t_c+t)/(mt_c+t+t_c)$	1.12	1.00	1.00	1.00	1.00	0.94	0.98	0.98	1.00	1.00	0.98	
Регулюючий об'єм водосховища W_1 , млн. м ³	6.6	0.116	0.20	0.03	0.08	0.01	0.075	0.092	0.27	0.04	0.14	
Водозбірна площа водосховища f_1 , км ²	283.9	10.57	5.71	4.04	23.95	4.5	6	9.47	19.16	7	10.08	
Об'єм стоку з площі басейну водосховища $S_1=0,001h_{e136}f_1$, млн. м ³	29.8	1.1	0.6	0.4	2.5	0.5	0.6	1.0	2.0	0.7	1.0	
Коефіцієнт, що враховує зарегулювання витрати водосховищем, $r_1=1-(W_1/S_1)[1-(1-f_1/F)^{0.75}]$	0.78	0.90	0.67	0.92	0.97	0.97	0.88	0.91	0.87	0.95	0.87	
Регулюючий об'єм водосховища W_2 , млн. м ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Водозбірна площа водосховища f_2 , км ²	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Об'єм стоку з площі басейну водосховища $S_2=0,001h_{e136}f_2$, млн. м ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Коефіцієнт, що враховує зарегулювання витрати водосховищем, $r_2=1-(W_2/S_2)[1-(1-f_2/F)^{0.75}]$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Сумарний коефіцієнт зарегулювання водосховищами. $r=r_1r_2$	0.78	0.90	0.67	0.92	0.97	0.97	0.88	0.91	0.87	0.95	0.87	
Максимальна витрата $Q_{136}=0,28a_{mj}FTr_1$, 1% м ³ /с	78.84	7.96	3.14	3.94	12.82	4.51	9.26	8.31	10.55	5.23	8.08	
Забезпеченість, Р, %/модульний коефіцієнт, l, 3%	0.75	59.13	5.97	2.36	2.95	9.61	3.38	6.95	6.23	7.91	3.92	6.06
5%	0.64	50.46	5.10	2.01	2.52	8.20	2.88	5.93	5.32	6.75	3.34	5.17
10%	0.47	37.06	3.74	1.48	1.85	6.02	2.12	4.35	3.90	4.96	2.46	3.80
25%	0.25	19.71	1.99	0.79	0.98	3.20	1.13	2.32	2.08	2.64	1.31	2.02
0,5 %	1.19	93.82	9.48	3.74	4.69	15.25	5.36	11.02	9.89	12.56	6.22	9.62
Шар стоку повені 1 % забезпеченості h_{e136} , мм	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	103	
Об'єм стоку повені $W_{136}=0,001h_{e136}F$, 1% млн. м ³	23.210	0.994	0.405	0.391	2.433	0.459	0.555	0.902	1.746	0.697	0.902	
Забезпеченість, Р, %/модульний коефіцієнт, l, 3%	0.73	16.943	0.726	0.295	0.286	1.776	0.335	0.405	0.659	1.274	0.509	0.659
5%	0.59	13.694	0.586	0.239	0.231	1.435	0.271	0.327	0.532	1.030	0.411	0.532
10%	0.37	8.588	0.368	0.150	0.145	0.900	0.170	0.205	0.334	0.646	0.258	0.334
25%	0.16	3.714	0.159	0.065	0.063	0.389	0.073	0.089	0.144	0.279	0.112	0.144
0,5 %	1.18	27.387	1.173	0.477	0.462	2.871	0.541	0.655	1.065	2.060	0.822	1.065

Продовження табл. А.1

Найменування показників		б/н 3.1 (с. Михайлівка)	б. Божий Дар (с. Михайлівка)	б. Сурська (с. Китайгородька)	р. Каминьська Сура (с. Чурман)	(с. Неворожівка)	б/н 5 (Каховське водосховище)	б/н 2 (с. Товариський Груд)	б/н 2 (с. Волоче)	23	24	25	27	29	30	31
№ створу (ставка)		11	12	13	15	18	19	21	22	23	24	25	27	29	30	31
Площа басейну F ,	км ²	11.8	15.73	5.92	7.54	6.18	110.0 6	11.59	15	5.84	12.1 7	36.0 6	16.4 2	68.9	21	24.5
Довжина водотоку L ,	км	2.91	6.47	4.03	1.91	2	15.1	5.95	5.95	2.41	5	8.32	11.1	9.23	5.85	9.39
Відстань від гирла, Падіння ріки H ,	км м	30	42	20	18	22	67	22	30	20	30	43	45	55	33	43
Інтенсивність водовіддачі a_w ,	мм/год	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3
Коефіцієнт форми та шорсткості русла a , (табл. 85)	км/доб γ	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Швидкість добування хвилі повені $v=aH^{1/3}$	км/доб γ	18.6	20.9	16.3	15.7	16.8	24.4	16.8	18.6	16.3	18.6	21.0	21.3	22.8	19.2	21.0
Тривалість добування хвилі повені $t=L/v$,	дів	0.16	0.31	0.25	0.12	0.12	0.62	0.35	0.32	0.15	0.27	0.40	0.52	0.40	0.30	0.45
Тривалість водовіддачі від сніготанення t_w , (рис. 49)	дів	2.85	2.85	2.85	2.90	2.95	2.95	2.95	3.10	3.10	3.10	3.10	3.10	3.10	3.10	3.10
Співвідношення $n=t/t_w$		0.05	0.11	0.09	0.04	0.04	0.21	0.12	0.10	0.05	0.09	0.13	0.17	0.13	0.10	0.14
Коефіцієнт редукції: - $j=(0,28+0,07n)/(1+2n)$ при $n>1$; ($t>t_w$) - $j=0,35/(1+2n)$ при $n<1$; ($t>1$)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- $j=t_w/(0,92t_w-0,24+(1,94t_w+5,95)t)$; при $t<1$		0.682 8	0.479 6	0.545 7	0.756 4	0.763 7	0.303 9	0.446 6	0.482 1	0.70 7	0.53 3	0.42 2	0.35 1	0.41 6	0.49 6	0.38962 2
Площа лісів в басейні $f_{лв}$,	км ²	0	0	0	0	0	0	0	0							
Площа боліт в басейні $f_{бв}$,	км ²	0	0	0	0	0	0	0	0							
Коефіцієнт складу лісів a ,		0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	1.85
Коефіцієнт підвищення часу водовіддачі за рахунок заболоченості та																
заболоченості $m=1+a f_{лв}/F+f_{бв}/F$		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Умовний час початку віддачі стоку: - у витокі ріки T_w , (рис. 50)	дів	1.85	1.85	1.85	1.90	1.90	1.90	2.0	2.1							
- в розрахунковому створі ріки T_w , (рис. 50)	дів	1.80	1.8	1.8	1.90	1.85	1.9	1.90	2.0							

Продовження табл. А.1

Тривалість невідночасності віддачі стоку $t_u = T_u - T_u$	$\delta i b$	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Коефіцієнт, що враховує вплив <u>залежності</u> заболоченості і																	
невідночасності сніготанення $r = (t_u + t) / (m t_u + t + t_u)$		0.98	0.98	0.98	1.00	0.98	1.00	0.97	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Регулюючий об'єм водосховища W_1	млн. м ³	0.05	0.05	0.05	0.13	0.0	1.26	0.23	0.14	0.05	0.11	0.19	0.13	0.19	0.11	0.05	
Водозбірна площа водосховища f_1	км ²	11.8	15.73	5.92	7.54	6.18	110.0	6	11.59	15	5.84	12.1	36.0	16.4	68.9	21	22
Об'єм стоку з площі басейну водосховища $S_1 = 0,001 h_{e1} f_1$	млн. м ³	1.2	1.6	0.6	0.8	0.6	11.6	1.2	1.5	0.6	1.2	3.7	1.7	7.0	2.1	2.3	
Коефіцієнт, що враховує зарегулювання витрати водосховищем,																	
$r_1 = 1 - (W_1/S_1)[1 - (1 - f_1/F)^{0,75}]$		0.96	0.97	0.92	0.83	0.96	0.89	0.81	0.91	0.92	0.91	0.95	0.92	0.97	0.95	0.98	
Регулюючий об'єм водосховища W_2	млн. м ³																
Водозбірна площа водосховища f_2	км ²																
Об'єм стоку з площі басейну водосховища $S_2 = 0,001 h_{e2} f_2$	млн. м ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Коефіцієнт, що враховує зарегулювання витрати водосховищем,																	
$r_2 = 1 - (W_2/S_2)[1 - (1 - f_2/F)^{0,75}]$		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Сумарний коефіцієнт зарегулювання водосховищами, $r = r_1 r_2$		0.96	0.97	0.92	0.83	0.96	0.89	0.81	0.91	0.92	0.91	0.95	0.92	0.97	0.95	0.98	
Максимальна витрата $Q_{13\%} = 0,28 a_{nj} F r r_1$	1%	м ³ /с	9.08	8.58	3.48	5.68	5.3	35.56	4.84	7.64	5	7	17	6	33	12	11
Забезпеченість, Р, %/модульний коефіцієнт, l,	3%	0.75	6.81	6.43	2.61	4.26	4.01	26.67	3.63	5.73	3.4	5.3	12.9	4.8	24.9	8.9	8.4
	5%	0.64	5.81	5.49	2.23	3.63	3.42	22.76	3.10	4.89	2.9	4.5	11.0	4.1	21.3	7.6	7.2
	10%	0.47	4.27	4.03	1.63	2.67	2.51	16.72	2.27	3.59	2.1	3.3	8.1	3.0	15.6	5.5	5.3
	25%	0.25	2.27	2.14	0.87	1.42	1.34	8.89	1.21	1.91	1.1	1.8	4.3	1.6	8.3	3.0	2.8
	0,5%	1.19	10.81	10.21	4.14	6.76	6.36	42.32	5.76	9.09	5.4	8.4	20.5	7.5	39.6	14.0	13.3
Шар стоку повені 1 % забезпеченості $h_{p13\%}$		мм	102	102	102	102	105	105	102	102	102	102	102	102	102	102	103
Об'єм стоку повені $W_{13\%} = 0,001 h_{p13\%} F$	1%	млн. м ³	1.157	1.553	0.554	0.64	0.63	10.30	0.95	1.40	0.6	1.1	3.5	1.5	6.8	2.0	2.5
Забезпеченість, Р, %/модульний коефіцієнт, l,	3%	0.73	0.844	1.134	0.404	0.47	0.46	7.52	0.70	1.02	0.4	0.8	2.5	1.1	5.0	1.5	1.8
	5%	0.59	0.682	0.917	0.327	0.38	0.37	6.08	0.56	0.82	0.3	0.7	2.1	0.9	4.0	1.2	1.5
	10%	0.37	0.428	0.575	0.205	0.24	0.23	3.81	0.35	0.52	0.2	0.4	1.3	0.6	2.5	0.8	0.9
	25%	0.16	0.185	0.249	0.089	0.10	0.10	1.65	0.15	0.22	0.1	0.2	0.6	0.2	1.1	0.3	0.4
	0,5%	1.18	1.365	1.833	0.654	0.76	0.74	12.16	1.13	1.65	0.6	1.3	4.1	1.8	8.1	2.4	2.9

Додаток Б

Таблиця Б.1 - Визначення максимальних витрат води за формулою [42]

№ п/п	Річка	Пункт	Категорія русла	Довжина річки L, км	Площа водозбору F, км ²	Залісненість, %	Заболоченість, %	Падіння річки H, м	Швидкість v, км/добу	Час добігання $t_{\text{дб}}$, діб	Час водовіддачі $t_{\text{в}}$, діб	$\mu = \tau/t_{\text{в}}$	Коефіцієнт ϕ	Водовіддача $\lambda_{\text{вд}}$	Коефіцієнт m	$m_{\text{в}}$, діб	Неодноразність водовіддачі $t_{\text{н}}$, діб	Коефіцієнт П		Витрата 1%-вої забезпеченості		Відхилення, %
																		p	r	розрахована, м ³ /с	по кривій забезпеченості, м ³ /с	
1	Базавлук	с. Катерино-Нагалівка	4	74	1050	1	0	126	40	1,8	3,0	0,60	0,159	6,5	1,01	3,0	0,4	0,92	-	300	335	-10
2	Самара	с. Коханівка	3	97	1430	<1	<1	117	49	2,0	3,8	0,53	0,170	8,0	1,02	3,9	0,2	0,95	-	520	660	-21
		с. Кочережки	5	216	19800	<1	<1	130	30	7,2	3,5	2,06	0,083	7,0	1,02	3,6	0,3	0,96	-	3080	2850	+7
3	Інгулець	с. Олександрівка	3	92	1400	7	<1	120	49	1,9	3,6	0,53	0,170	6,5	1,08	3,9	-	0,95	-	409	440	-7
		с. Ново-Федорівна	4	162	3870	3	<1	130	41	4,0	3,5	1,14	0,110	6,5	1,04	3,6	0,3	0,95	-	730	(790)	-8
		м. Кривий Ріг	4	228	8600	2	<1	182	46	4,9	3,3	1,48	0,097	6,5	1,03	3,4	0,5	0,93	-	1400	1350	+4
		с. Могилівка	4	283	9280	2	<1	170	44	6,4	3,2	2,00	0,084	6,5	1,03	3,3	0,6	0,93	0,85	1120	1040	+7

Таблиця Б.2 - Найбільші максимальні витрати снігових і дощових повені [42]

Річка - пункт	Площа водозбору, км ²	Період спостережень	Найбільша витрата, м ³ /с				Q _{дощ} / Q _{сн.}
			снігова		дощова		
			Q	дата	Q	дата	
Самара – <u>с.Кохановка</u>	1430	1957-66	513	25/III 1964	14,3	9/VI 1964	0,03
Інгулець – <u>с.Могилівка</u>	9280	1926-43 1945-66	851	13/III 1937	134	22/VI 1941	0,16
Базавлук – <u>с.Катерино-Наталівка</u>	1050	1951-66	152	25/III 1953	44,6	26/VI 1953	0,29

Таблиця Б.3 - Коефіцієнт паводкового стоку [42]

Рік	Базисна витрата, м ³ /с	Перед паводкова витрата, м ³ /с	Дата початку паводка	Найбільша витрата і дата			Дата закінчення паводку	Дата початку зрізки стоку на спаді паводку	Загальна тривалість паводку, Ю	Об'єм і шар поверхневого стоку за паводок		Об'єм і шар базисного стоку		Середньозважені по водозбору, найбільші добові	Середньозважені по водозбору	Коефіцієнт стоку	Сумарні втрати води за паводок, мм
				середньо-добова, м ³ /с	миттєва, м ³ /с	дата миттєвої витрати				об'єм, 10 ⁵ м ³	шар, мм	об'єм, 10 ⁵ м ³	шар, мм				
Базавлук – с. Катерино-Наталівка, F=1050 км ²																	
1952	-	0,30	26/VI	15,5	44,6	26/VI	5/VII	-	10	2,48	2,36	-	-	1,16	28,3	0,08	25,9
Інгулець – с Ново-Федорівка, F=3870 км ²																	
1932	-	6,54	26/V	31,7	31,7	30/V	4/VI	-	10	13,6	3,52	-	-	21,2	42,3	0,08	38,8
1952	-	7,33	25/VI	33,9	50,7	30/VI	5/VII	-	11	16,0	4,14	-	-	13,1	43,1	0,10	39,0

Таблиця Б.4 - Багаторічні характеристики дощових паводків [42]

Річка - пункт	Площа водозбору, км ²	Період спостережень		Характеристики паводків								Максимальні витрати води і шари стоку дощових паводків різної забезпеченості, %						
				За період спостережень				За багаторічний період				0,1	1	2	5	10	25	
				Найбільші величини			середня витрата, м ³ /с	середній шар стоку, мм	середній модуль стоку, л/секм ²	C ₉₅	C ₉₀							C ₈₅ /C ₈₀
				витрата води, м ³ /с	шар стоку, мм	рік												
Базавлук – с. Катерино-Наталівка	1050	1951-66	16	44,6	42,5	1952	5,00	4,77	-	-	-	276	148	112	69,8	40,8	12,6	
				2,36		1952	0,49		-	-	-	55	31	14	7	3	0,8	
Інгулець – с. Ново-Федорівка	3870	1926-40 1950-53	19	50,7	13,1	1952	18,1	4,68	1,25	2,60	2,08	247	157	131	94	67,8	38,8	
				4,14		1952	1,18		1,22	2,60	2,13	15,5	9,93	7,26	5,98	4,29	2,26	
Самара – с. Кохановка	1430	1957-66	10	14,3	10,0	1964	3,59	2,74	-	-	-	200	76	50	28	16	6,4	
				4,58		1964	1,18		-	-	-	35	20	12,4	6,6	3,8	1,6	

Таблиця Б.5 – Тривалість і строки настання основних фаз льодового режиму [42]

Річка	Пункт	Період спостережень	Найменування характеристики	Строки настання				Тривалість в днях			Тривалість періоду з льодовими явищами
		Кількість років		осінніх льодових явищ	початку льодоставу	<u>вскриття</u>	очищення від льоду	осінніх льодових явищ	льодоставу	весняних льодових явищ	
Вовча	с. Іскра	1929-41 1943-66	Середня	30/XI	22/XII	7/III	18/III	22 92	72 112	13 39	108 144
		37	Рання	4/XI 1961	19/XI 1945	30/I 1955	14/II 1958	1935-36	1955-56	1939	1953-54
			Пізня	18/XI 1961	20/II	3/IV 1956	7/IV 1925	0 1929-31	13 1965-66	0 1984, 56	45 1960-61
Сама- ра	<u>с.Кочере жки</u>	1938-41 1943-66	Середня	1/XII	18/XII	11/III	21/III	15	84	10	110
			Рання	4/XI 1956	8/XI 1953	15/II 1939	19/II 1966	80 1965-66	139 1953-54	40 1939, 58	142 1953-54
		28	Пізня	18/I 1961	16/II 1948	3/IV 1963	7/IV 1963	0 1939-40	14 1965-66	0 1965	62 1960-61

Гідравлічний розрахунок водоскидних споруд

Визначення нормальної глибини в каналі способом підбору з рівняння Шезі (ф-ла В.1). Методика (формули) розрахунку параметрів рівномірного руху наведені в додатку В :

$$Q_n = \omega C \sqrt{R i} \quad (B.1)$$

де Q_n - витрата потоку, м³/с ;

ω - площа живого перерізу каналу, м²;

C - коефіцієнт Шезі, м^{0.5}/с;

R - гідравлічний радіус, м;

i - похил каналу.

Параметри формули (5.1) визначаємо таким чином:

$$\omega = bh + mh^2, \quad (B.2)$$

$$R = \omega / \chi, \quad (B.3)$$

$$C = R^{0.167} / n, \quad (B.4)$$

де χ - змочений периметр, м ;

n - шорсткість русла.

Гідравлічний розрахунок дюкерів проводиться так само, як і напірних трубопроводів. Швидкість руху при цьому приймаємо рівною 1,5-4 м/с (щоб уникнути замулювання).

При визначенні втрат напору на тертя враховують втрати на вхід, повороти, вихід і по довжині труби. Втрати напору рівні:

$$h_{\Sigma} = h_1 + h_{\Sigma}, \quad (B.5)$$

де h_1 - втрати напору по довжині (м), що визначаються по формулі Дарсі-Вейсбаха

$$h_1 = \lambda \frac{LV^2}{2gd} \quad (B.6)$$

Для розрахунку довжини водозливного фронту застосовуємо формулу

$$b = \frac{Q_r}{m H^{\frac{3}{2}} \sqrt{2g}} \quad (B.7)$$

де Q_r - Розрахункова зарегульована витрата, м³/с;

m - коефіцієнт витрати водозливу;

H - напір на водозливі, м.

Розрахункову зарегульовану витрату визначаємо за формулою

$$Q_r = Q_{1\%} \left(1 - \frac{W_r}{W_p} \right), \quad (B.8)$$

де $Q_{1\%}$ - витрати розрахункової забезпеченості, м³/с;

W_r - обсяг регулювання, м³;

W_p - обсяг паводка, м³.

Таблиця Г.1– Витрати труда на виконання НДР

Номер етапу	Найменування і зміст роботи	Одиниця виміру	Витрати труда, люд.-дн
1	Вивчення проблем, вибір і обґрунтування прийнятого напрямлення досліджень	Одна тема (етап)	7,24
2	Формулювання цілей та задач проведення НДР	-//-	0,77
3	Підбір, вивчення та аналіз наукової літератури та науково-технічної документації	12 сторінок формату А4	7,68
4	Складання плану робіт, термін виконання	-//-	0,38
5	Вибір (розробка) методики проведення НДР	Одна методика	1,86
6	Розробка робочих гіпотез (теоретичні передумови)	Одна гіпотеза	10,82
7	Систематизація, обробка статистичного матеріалу	12 сторінок формату А4	0,48
8	Практичне відпрацювання методики досліджень	Одна методика	10,24
9	Узагальнення та порівняння отриманих результатів з теоретичними дослідженнями	Одна тема	10,37
10	Встановлення та оцінка повноти рішення задачі	-//-	3,52
11	Оцінка результатів та розробка рекомендацій щодо використання результатів НДР	-//-	5,63
12	Складання текстової частини документа (висновок, звіт, методика, технічне завдання, технічні умови, пояснювальна записка)	Одна сторінка формату А4	0,35
13	Складання рисунків, графіків, креслень, схем, ескізів, номограм, таблиць тощо	-//-	0,41
14	Виконання техніко-економічних розрахунків	-//-	0,48
15	Складання виконавчого кошторису та заключного акту на виконану НДР	Одна тема	1,6
16	Складання та оформлення наукової роботи, розгляд та доопрацювання роботи щодо зауважень	Одна сторінка формату А4	0,16