

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра водогосподарської інженерії

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри водогосподарської
інженерії, доцент
_____ Володимир КОВАЛЕНКО
« ____ » червня 2023 р.

Пояснювальна записка

до дипломної роботи
перший (бакалаврський) рівень вищої освіти

на тему **Проект водоскиду та водоспуску гідровузла на
балці Попова Дніпровського району
Дніпропетровської області**

Виконав: здобувач вищої освіти,
групи ГТБ-1-19
Спеціальність: 194 "Гідротехнічне
будівництво, водна інженерія та водні
технології"
Освітня програма: „Водна інженерія та
водні технології”

Володимир ХОРСУН

Керівник, доцент
Володимир КОВАЛЕНКО

Рецензент : _____
(прізвище та ініціали)

Дніпро – 2023

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра водогосподарської інженерії
перший (бакалаврський) рівень вищої освіти
Спеціальність: 194 "Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології"
Освітня програма: „Водна інженерія та водні технології”

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Зав. кафедрою водогосподарської
інженерії
доц. _____ Володимир КОВАЛЕНКО
11 травня 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу здобувачу вищої освіти
Хорсуну Володимиру Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи: **Проект водоскиду та водоспуску
гідровузла на балці Попова Дніпровського району
Дніпропетровської області**

керівник роботи Коваленко Володимир Васильович, к. с.-г. н.,
доцент
затверджена наказом по агроуніверситету від «11» травня 2023 р. № 848

1. Термін здачі закінченої роботи : « 15 » червня 2023 р.
2. Вихідні дані до роботи: Матеріали інженерних вишукувань щодо сучасного стану гідротехнічних споруд в балці Попова (РОВР, 2007 р.). Довідникові матеріали щодо гідрологічної вивченості території дослідження та її кліматичної характеристики. Матеріали ГІС-порталів та технологій для візуалізації об'єкту дослідження та обробки даних дистанційного зондування Землі.
3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити) Вступ; 1. Коротка характеристика природних умов району дослідження; 2. Гідрологічні розрахунки для водозбору балки Попова; 3. Водогосподарські розрахунки; 4. Конструктивні особливості гідровузла; 5. Конструкція та розрахунок водоскидної та водоспускну споруд. 6. Оцінка впливу на довкілля. 7. Охорона праці та безпека в НС Висновки.
4. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) 1. Презентація в середовищі Power Point: постановча частина

дипломної роботи; природно кліматичні умови, результати досліджень, креслення, висновки. 2. Виконавчі креслення в AutoCAD

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

6. Дата видачі завдання: «10» березня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ пп	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Збір матеріалів до ДР	02.2023 р.	
2	Формування теми ДР, мети, завдань, змісту. Вибір методів дослідження та способів рішення поставлених задач	03.2023 р.	
3	Природно-кліматична характеристика району дослідження	03.2023 р.	
4	Гідрологічні розрахунки	04.2023 р.	
5	Водогосподарські розрахунки;	04.2023 р.	
6	Конструкція та розрахунок водоскидної та водоспускної споруд.	05.2023 р.	
7	Оцінка впливу проектних заходів на навколишнє природне середовище	05.06.2023р.	
8	Передзахист ДР на кафедрі	14.06.2021 р.	
9	Підготовка записки, графічної частини роботи, представлення ДР до перевірки на плагіат	15.06.2023 р.	
10	Представлення ДР на рецензію	17.06.2023 р.	

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Керівник роботи

_____ / Коваленко В.В. /

(підпис)

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ПАСПОРТ ПРОЕКТУ.....	6
ВСТУП	7
1 ПРИРОДНІ УМОВИ В РАЙОНІ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ.....	10
1.1 Рельєф місцевості на водозборі балки	10
1.2 Коротка кліматична характеристика.....	13
1.3 Інженерно-геологічні та гідрогеологічні особливості території дослідження	17
1.4 Характеристика ґрунтів в районі об'єкту проектування.....	18
1.5 Характеристика ставків та зарегульованості стоку на водозборі б. Попова	19
2 ГІДРОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ ДЛЯ ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ВОДОЗБОРУ.....	21
2.1 Визначення об'єму стоку заданої забезпеченості з водозбору та його внутрішньо річний розподіл	21
2.2 Визначення максимальної витрати весняного водопілля	23
2.3 Визначення максимальної витрати дощового паводку	27
3 ВОДОГОСПОДАРСЬКІ РОЗРАХУНКИ ПРИ СЕЗОННОМУ РЕГУЛЮВАННІ СТОКУ	32
3.1 Розрахунок топографічних характеристик для створу греблі.....	32
3.2 Призначення характерних об'ємів ставка при сезонному регулюванні стоку	34
3.4 Розрахунок гідрографа максимального стоку весняного водопілля та його трансформація.....	38
4 КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ЗЕМЛЯНОЇ ГРЕБЛІ.....	40
5 КОНСТРУКЦІЯ ТА РОЗРАХУНОК ВОДОСКИДНОЇ ТА ВОДОСПУСКНОЇ СПОРУД У СКЛАДІ ГІДРОВУЗЛА.....	44
5.1 Конструкція існуючого водоскиду і його пропускна здатність	44

5.2 Обґрунтування необхідних конструктивних параметрів водоскидної споруди.....	46
5.3 Гідравлічний розрахунок проектного водоскиду та водоспуску	47
5.3. Конструкція водоскидної споруди	49
5.4. Конструкція донного водовипуску.....	50
5.5 Обґрунтування конструкції водоскидної канами та її гідравлічний розрахунок	51
5.6 Розрахунок стійкості низового укосу греблі	54
6 ВИЗНАЧЕННЯ ОБСМІВ РОБІТ З БУДІВНИЦТВА АВАРІЙНОГО ВОДОСКИДУ	58
6.1 Елементи конструкції аварійного водоскиду та основні будівельні процеси.....	58
6.2 Розрахунок об'ємів земляних та монтажних робіт.....	59
6.3 Розрахунок тривалості будівництва.....	61
6.4 Визначення кошторисної вартості будівництва	63
7 ОЦІНКА ВПЛИВУ ОБЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ	65
7.1 Оцінка впливу на поверхневі води	66
7.2 Визначення впливів на підземні води	66
7.3 Оцінка впливу на геологічне середовище	67
7.4 Оцінка впливу на ґрунти та рослинний світ.....	68
ОСНОВНІ ВИСНОВКИ	69
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	71
ДОДАТКИ.....	76

ПАСПОРТ ПРОЕКТУ

Показник	Одиниця вимірю- вання	Значення
Об'єкт проектування – водоскидні споруди у складі земляної греблі на б. Попова біля смт. Солоне		
Площа водозбору ставка	км ²	24,6
Середньозважений похил водозбору	‰	25
Площа водного дзеркала ставка при НПГ	га	18
Площа водного дзеркала ставка при ФПГ	га	20
Відмітка НПГ	м	80,20
Відмітка ФПГ 1%	м	81,20
Відмітка ГМО	м	78,00
Макс. витрата весняної повені Q _{1%} -вої забезпеченості	м ³ /с	13,8
Макс. витрата дощового паводку Q _{1%} -вої забезпеченості	м ³ /с	38
Макс. сер.-доб. зарег. витрата дощового паводку Q _{1%}	м ³ /с	8,7
Об'єм стоку весняної повені 1%-вої забезпеченості	млн. м ³	2,01
Об'єм ставка:		
повний	тис.м ³	383
корисний	тис.м ³	270
регулювання	тис.м ³	590
Тип водоскиду 1 – ковшовий.		
Тип водоскиду 2 – водозливна аварійна канава		
Пропускна здатність водоскиду-канави при ФПГ 1%	м ³ /с	4,42
Відмітка горизонту води при пропуску макс. сер.-доб. зарег. витрата дощового паводку Q _{1%}	м БС	81,65

ВСТУП

Водні ресурси центральної частини Дніпропетровської області явно недостатні для повноцінного господарювання як в галузі сільського господарства, так і в цілому для нормального забезпечення водою населення, що проживає в Придніпровському регіоні. Особливо актуальним ефективно використання водних ресурсів набуває зараз після подій руйнування Каховської ГЕС 06.06.2023 р. і фактично втрати джерел водопостачання для Півдня України.

В умовах обмежених місцевих водних ресурсів, до яких можна віднести і територію на якій даною ми проектом будуть обґрунтовані тип та розміри водоскидних споруд на водному об'єкті біля смт. Солоне Дніпропетровської області, важливу роль відіграє якнайкраще та найефективніше їх використання для потреб народного господарства. Цій меті і підпорядкований цей проект.

Балка Попова (рис.В.1, рис.В.2) є лівою притокою р. Солона (басейн р. Мокра Сура). То ж використання місцевого стоку для зрошення, водопою худоби і птиці дуже важливе в регіоні і є необхідним з точки зору економії ресурсів, ефективного використання природних ресурсів.

Отже, *об'єктом* нашого дослідження є процеси формування місцевого стоку в басейні балки Попова та фактори, що впливають на формування максимальних витрат водопілля та дощових паводків.

Предметом досліджень обґрунтування та вибір типу конструкцій водопропускних споруд гідровузла на нижньому ставку балки Попова біля смт. Солоне, що визначається об'єктивними гідрологічними, кліматичними характеристиками та геологічною будовою основи в створі греблі.



Рисунок В.1 – Фото гідровузла – об'єкту проектування, Google Earth [1]

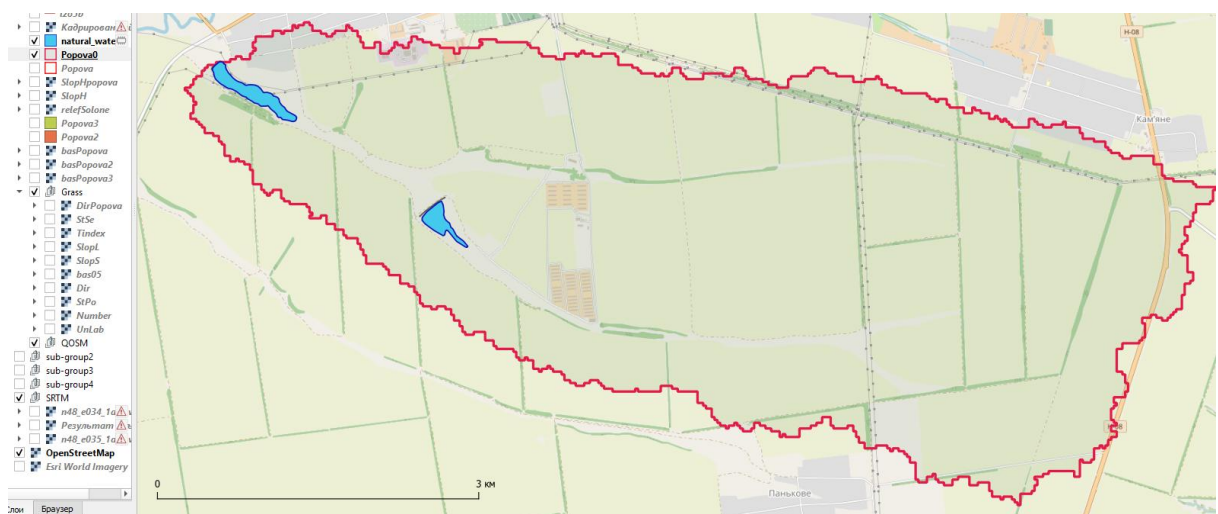


Рисунок В.1 – Водозбір балки Попова (побудований в QGIS [2])

Визначення кількісних та якісних параметрів стоку, обґрунтування розмірів водоскидної та водоспускнуї споруд при пропуску максимальних витрат повені та дощового паводку, обґрунтування характерних об'ємів ставка є *метою* нашої роботи.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити ряд задач, а саме:

- вивчити довідникову, нормативну та спеціальну літературу для надання природно-кліматичної характеристики району досліджень;
- виконати гідрологічні та водогосподарські розрахунки у розрахунковому створі та встановити характеристики стоку різної забезпеченості ;
- визначитись з конструкцією та розмірами водоскидної та водоспускної споруд;
- запроектувати заходи щодо охорони навколишнього середовища від згубної дії води, охорони праці при експлуатації гідровузла.

Вирішувати ці задачі необхідно на сучасному технічному рівні з використанням ЕОМ, ГІС технологій, картографічних сервісів, графічних редакторів, нормативної бази документації, використовуючи набуті в процесі навчання знання.

1 ПРИРОДНІ УМОВИ В РАЙОНІ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ

Територія водозбору б. Попова розташована південніше смт. Солоне Дніпропетровської області. Площа водозбору балки до розрахункового створу складає 24,6 км².

За фізико-географічним районуванням вказаний водозбір розташований в Дністровсько-Дніпровська північно-степовій фізико-географічній провінції, в центральній частині Нижньобазавлуцько-Томаківського району [13], у підзоні Північного Степу. В геоструктурному відношенні - знаходиться в межах Придніпровського блоку Українського кристалічного щита [44].

Нижня (найкрутіша) частина схилів балки на яких розвинені ерозійні процеси , подекуди залісена, площа цих лісонасаджень не перевищує 30 га. Отже залісеність водозбору не буде впливати на процеси формування максимального стоку. В той же час, на водозборі розташовано майже 70 км лісосмуг загальною площею 84 га.

1.1 Рельєф місцевості на водозборі балки

Рельєф водозбору об'єкту проектування, який розташований на водозборі б. Попова, побудований на основі цифрової моделі рельєфу SRTM з роздільною здатністю 30 м піксель [55] (рис1.1). В північній частині водозбору рельєф спокійний з невеликими похилами (до 0,01-0,02). В центральній частині ширина водозбору мінімальна, тому похили схилів балки стають крутішими, з'являються ознаки ерозійних процесів. Крутизна схилів сягає 0,08 (рис.1.2). Правий схил балки значно крутіший за лівий. В нижній частині балки на правому схилі розташовані значні

площі з розвиненою ерозією, густа балочна мережа з глибиною врізу до 10-20 м.

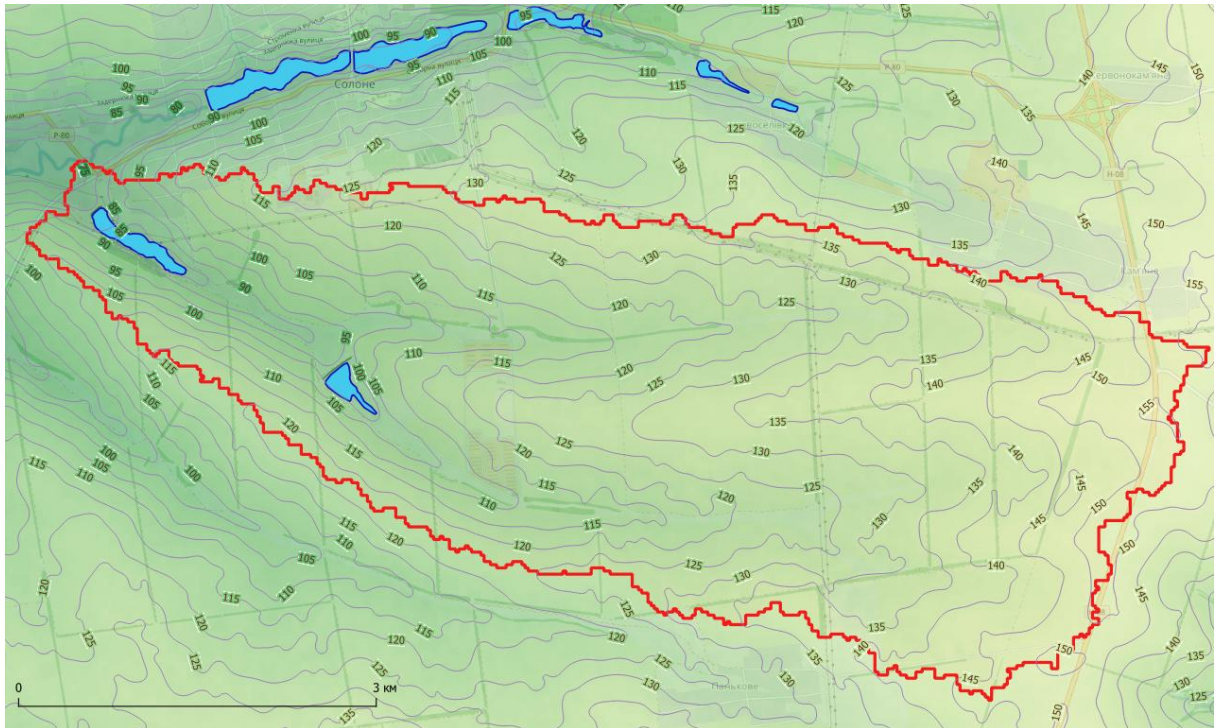


Рисунок 1.1 – Басейн балки Попова в горизонталях, QGIS [2]

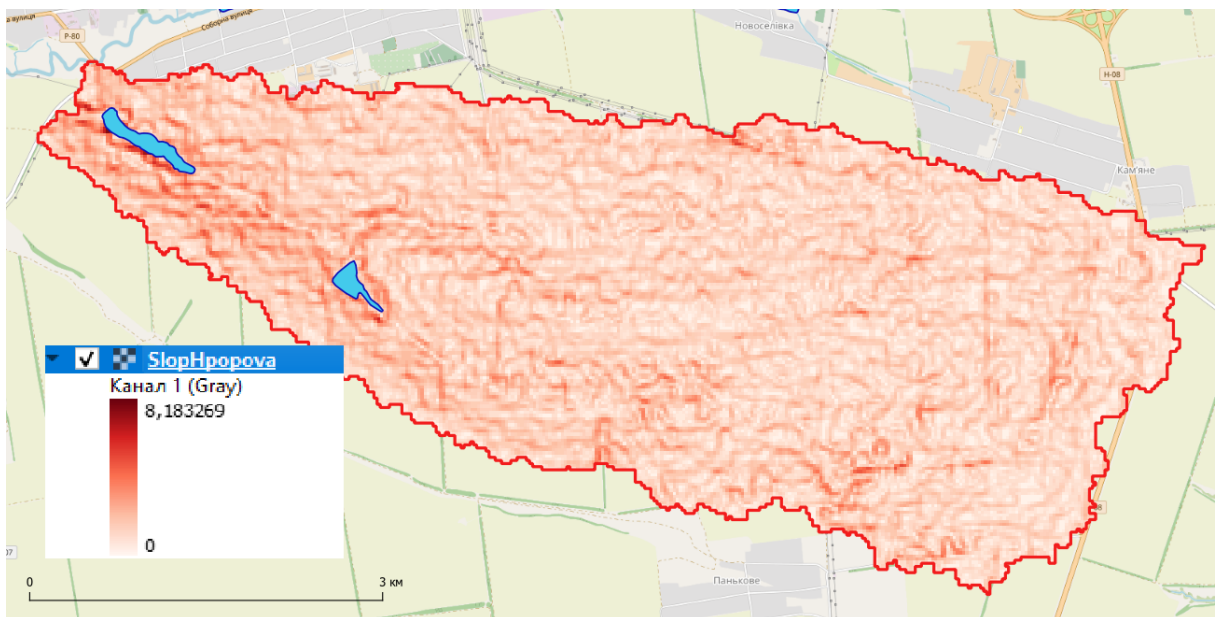


Рисунок 1.2 – Похили на водозборі балки Попова, QGIS [2]

Дані площі потребують ґрунтозахисних заходів, заліснення. На схилах балки Попова в середній частині водозбору похили досягають

значних величин – до 0,10, схили поступово крутішають, з'являються ознаки водної та вітрової ерозії.

Середній похил поверхні можна визначити за формулою [40]

$$i_{\text{сер}} = \frac{\Delta H \cdot 0,5 \cdot (l_0 + l_n) + l_1 + l_2 + \dots + l_{n-1}}{F}, \quad (1.1)$$

де ΔH – переріз горизонталей, м;

l_0, l_1, \dots, l_n – довжина всіх горизонталей на водозборі, м;

F – площа водозбору, м².

Проте в роботі значення середнього похилу місцевості на водозборі балки Попова визначили засобами ГІС в QGIS через функцію властивостей шару «похилів» у вкладці «Інформація» надана статистична оцінка основного параметру растра – похилу в % (рис.1.3)

Информация источника данных	
Охват	3878389.2458139080554247,6133166.6232182038947940 : 3893194.4575939415954053,6139896.2649364005774260
Толщина	374
Высота	170
Тип данных	Float32 — 32-битное с плавающей точкой
Описание драйвера GDAL	GTiff
Метаданные драйвера GDAL	GeoTIFF
Описание набора данных	D:/GIS-kova/DP23/Horsun/SlopHpopova.tif
Сжатие	
Канал 1	<ul style="list-style-type: none"> • STATISTICS_MAXIMUM=8.1832685470581 • STATISTICS_MEAN=1.299017177986 • STATISTICS_MINIMUM=0 • STATISTICS_STDDEV=0.78706166038901 • STATISTICS_VALID_PERCENT=56.2

Рисунок 1.3 – Статистика растра SlopH для водозбору балки Попова, QGIS [2]

Таким чином середній похил на водозборі становить 1,3 %. Його значення буде враховане при розрахунку максимального стоку води з водозбору балки.

Абсолютні відмітки території знаходяться в межах 75 - 156 м.

Середню відмітку водозбору визначаємо за формулою [40]

$$H_{\text{сер}} = \frac{\sum (S_{i-i+1} \cdot (H_i + H_{i+1}))}{2 \cdot F}, \quad (1.2)$$

де S_{i-i+1} – площа водозбору ставка між сусідніми горизонталями, га;

H_i, H_{i+1} - відмітки сусідніх горизонталей, м;

F – площа водозбору, га.

В роботі середню відмітку висоти визначили засобами ГІС шляхом обробки растру цифрової моделі рельєфу SRTM [55] в межах водозбору балки Попова (див. рис.1.1).

Середню відмітку водозбору склала 124,8 м. максимальна відмітка – 156 м, мінімальна в створі гідровузла – 75 м.

Довжина водозбору до проектної осі земляної греблі – 9,05 км, максимальна ширина – 3,49 км, середня ширина – 2,72 км (див. рис.1.1). В цілому рельєф водозбірної площі б. Попова – це хвиляста рівнина.

1.2 Коротка кліматична характеристика

Опис кліматичної характеристики є результат опрацювання довідникової літератури. Так, загальні риси клімату в [36, 37] характеризуються як “...помірно-континентальний клімат правобережної частини Дніпропетровської області обумовлений розташуванням її у зоні помірних широт з активною атмосферною циркуляцією. Переважаючий напрямок переносу повітряних мас - західний і південно-західний. Радіаційний баланс території області позитивний і складає в середньому в літні місяці (червень, липень) 370 - 380 МДж/м², а в зимові (грудень, січень) - 5 - 10 МДж/м² [18]. Проте в зимові місяці при наявності снігового покриву радіаційний баланс може бути і негативним”.

Метеорологічні умови коливаються в часі за сезонами та за роками. Вологі роки змінюють посушливі роки, спостерігається декілька посушливих років підряд.

В тепле півріччя у формуванні клімату досліджуваної території переважають радіаційні процеси. В холодне - характеризується значною роллю циркуляційних процесів. Тому зима тут із нестійким сніговим покривом і частими відлигами.

Річний хід температури повітря стандартний для Степу України. Межі сезонів визначають за датами переходу середньої добової температури повітря через деякий температурний поріг (табл.1.2).

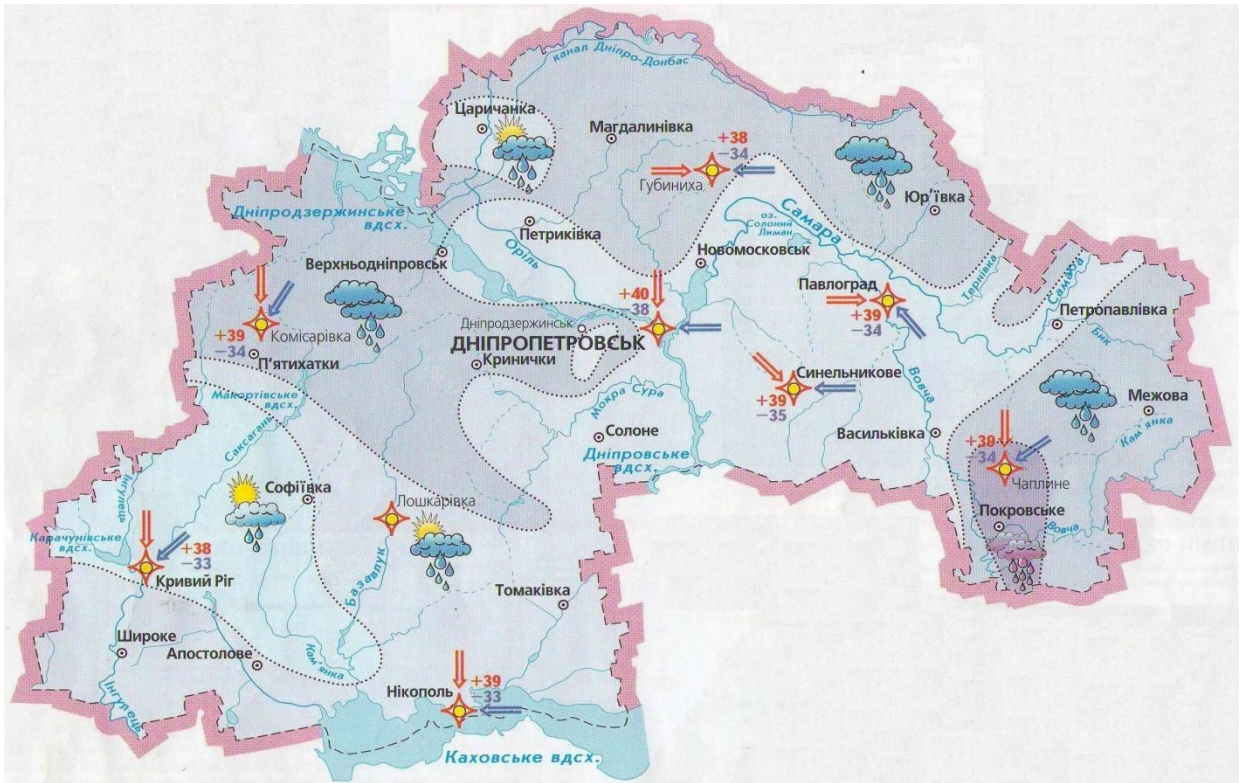
Таблиця 1.2 – Дати переходу середніх добових температур повітря різної забезпеченості через 0 °, +5 °, +15 °С (за даними МС Лошкарівка) [52]

Температура, ° С	Забезпеченість, %				
	10	25	50	75	90
0 °С весною	27.02	6.03	13.03	19.03	24.03
0 °С осінню	10.11	17.11	27.11	5.12	11.12
+5 °С веною	22.03	28.03	2.04	9.04	12.04
+5 °С осінню	21.10	28.10	2.11	8.11	14.11
+15 °С весною	23.04	29.05	9.05	16.05	22.05
+15°С осінню	7.09	14.09	19.09	24.09	1.10

Число днів з температурою вище 0 °С в середньому складає 260 дня, вище +15 °С – 135 днів. Найхолоднішим місяцем року є січень.

Середні місячні температури повітря наведені в табл.1.3.

Часто повторюються випадки тривалих морозних періодів [18]. Ймовірність настання середньої добової температури нижче мінус 15 ° невисока. Зареєстрований абсолютний мінімум температури - мінус 38 °С (рисунок 1.4).



Умовні позначення

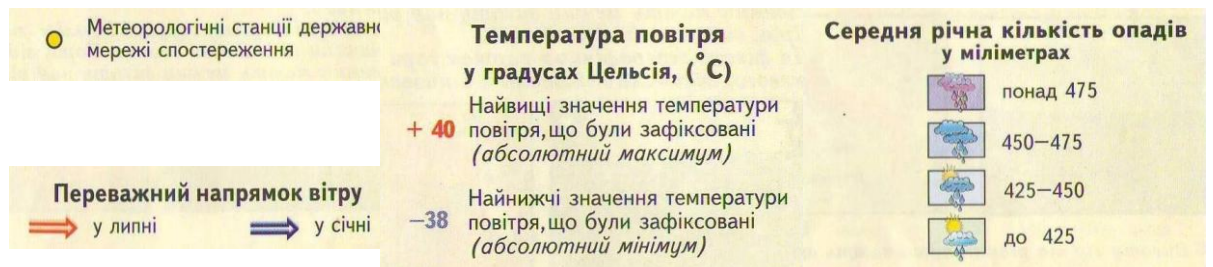


Рисунок 1.4 – Клімат Дніпропетровської області [18]

Горб А.С. відмічає, що “.. у червні посилюється приплив сонячної радіації, що обумовлює жарку, малохмарну погоду. Влітку, у порівнянні з іншими сезонами, температурний фон найбільш однорідний” [18]. . Середньодобові температури повітря самого теплого місяця - липня складають 21 - 23 °С. Абсолютний максимум температури складає 41 °С [18].

Амплітуда зміни температури повітря, за розміром якої роблять висновки про ступінь континентальності клімату досліджуваної території. Для території об'єкту дослідження (центральна частина Дніпропетровської

області) різниця середньо багаторічних температури липня і січня складає 27,5 °С, що властиво помірно-континентальному клімату [36].

Протягом року опади розподіляються нерівномірно: у теплий період їх випадає 60 - 67%, а в холодний - 33 - 40 % річної суми. У окремі роки кількість літніх опадів складає 75 - 80 % річної суми [37]. У теплий період опади звичайно випадають у вигляді зливових дощів із достатньо великою інтенсивністю і малою тривалістю, а в холодний - у вигляді обложних дощів, снігопадів.

Сніговий покрив є чинником, який має істотний вплив на формування клімату в зимовий сезон, головним чином, внаслідок великої відбивної здатності поверхні снігу. На території дослідження стійкий сніжний покрив звичайно встановлюється в грудні. Чергування морозних періодів і відлиг не зберігає сніговий покрив і тому, як правило, значних запасів води в снігу не накопичується.

Найбільша кількість опадів за даними МС Лошкарівка випадає в червні (66 мм), а найменша - у вересні (33 мм) - (див.табл.1.3) [51]. Максимальна кількість опадів за добу 1%-вої забезпеченості не перевищує 100 мм [46]. Такі зливові опади завдають збитків народному господарству, призводять до руйнування гідротехнічних споруд.

Таблиця 1.3 – Середня багаторічна кількість річних і місячних температури та дефіциту вологості повітря, атмосферних опадів за даними МС Лошкарівка [18, 51]

Показник	Місяць												Рік
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
Температура повітря, °С	-5,1	-4,2	1,0	8,8	16,0	19,7	22,4	21,4	16,2	9,4	2,0	-2,8	8,7
Дефіцит вологості повітря, мб	0,5	0,6	1,3	4,8	8,3	10,5	13,1	12,5	8,3	3,2	1,1	0,6	5,4
Атмосферні опади, мм	37	34	33	41	44	66	60	49	33	40	39	42	518

1.3 Інженерно-геологічні та гідрогеологічні особливості території дослідження

Територія водозбору б. Попова являє собою слабо хвилясту акумулятивну лесову рівнину зі слабким стоком.

Геолого-літологічний розріз якого з поверхні землі представлений ґрунтово-рослинним шаром потужністю 0,4 – 0,8 м, по тальвегу балки – до 1,5 м; що переходить в змішані шари легких, середніх та важких суглинків потужністю 5 – 12 м, які підстеляють нижньочетвертичні червоно-бурі глини (рис.1.5). По тальвегу балки лежить незначний (потужністю до 3 м) шар перевідкладених суглинків, які накопичились в результаті змиву родючого шару ґрунту з водозбору. На водорозділах потужність суглинистих ґрунтів досягає 20 і більше метрів. Такі ґрунти придатні для будівництва земляних насипних гребель або їх нормальної експлуатації в умовах низьконапірних гідровузлів.

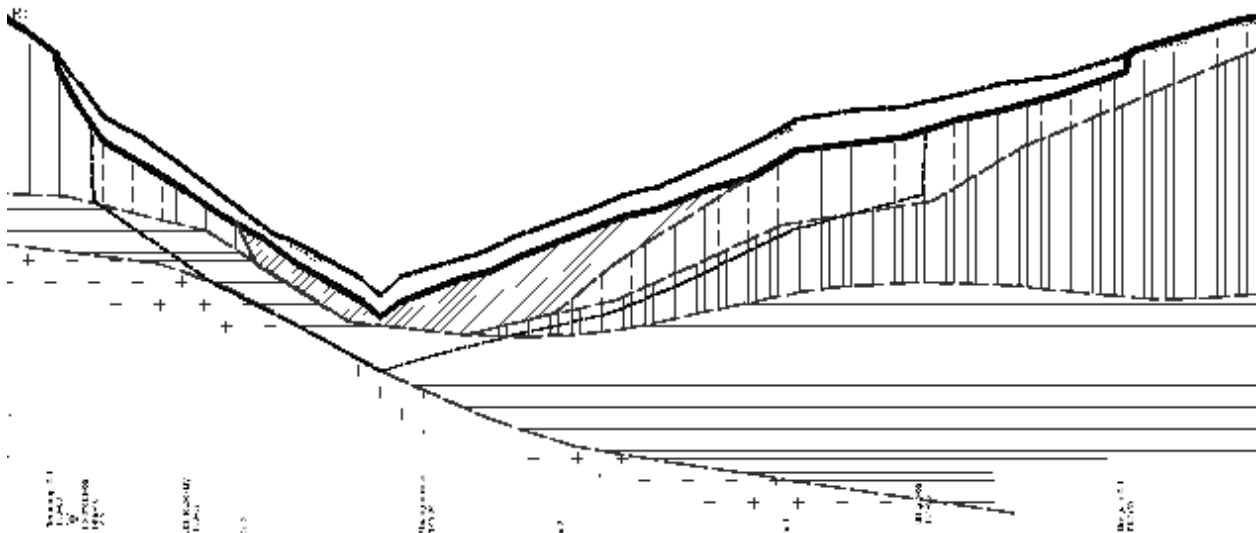


Рисунок 1.5 – Геологічна будова б. Попова в створі греблі

Гідрогеологічні умови території водозбору б. Попова достатньо різноманітні. Рівень ґрунтових вод в тальвегу балки виходить на

поверхню, а на водорозділах знаходиться на глибині 25 і більше метрів. Похил дзеркала ґрунтових вод достатньо великий (досягає 0,05 в центральних частинах схилів балок), що обумовлює інтенсивний підземний стік.

В період рясних дощів та під час весняної повені спостерігається інтенсивний поверхневий стік, з утворенням тимчасового водотоку.

За хімічним складом води здебільшого сульфатно-гідрокарбонатно-натрієво-магнійові. Мінералізація змінюється в межах 3 – 7 г/л, здебільшого – 4,0 – 5,0 г/л [47]. Вода володіє сульфатною агресивністю до бетону на несульфатостійкому цементі. Ґрунти непросадочні. При повному водонасиченні мають кут внутрішнього тертя суглинистих ґрунтів верхніх горизонтів складає $16-21^\circ$, питоме щеплення – $0,08-0,15 \text{ кг/см}^2$; в природній вологості – відповідно $19-24^\circ$, питоме щеплення – $0,18-0,37 \text{ кг/см}^2$ [14].

1.4 Характеристика ґрунтів в районі об'єкту проектування

На території водозбору б. Попова в основному знаходяться чорноземні ґрунти, звичайні середньо та важкосуглинкові чорноземи, малогумусні на лесах з різним ступенем змитості (рис. 1.6) , а звідціля і різною потужністю гумусового горизонту, що складає 0,3...0,6 м. Вміст гумусу в ґрунті незначна і змінюється від 2,5 до 3,5 %. Такі мінеральні ґрунти представляють цінність для сільськогосподарського використання, тому при будівництві ставка з територій, що підлягають затопленню необхідно видаляти поверхневий родючий шар ґрунту з складанням його у відвали.

Коефіцієнти фільтрації ґрунтів невеликі – 0,1-0,4 м/добу, що пов'язано з , в основному, важкосуглинковим механічним складом. Така фільтраційна властивість поверхневого шару ґрунту може призводити до значного поверхневого стоку води при випаданні інтенсивних опадів, особливо враховуючи достатньо великі похили місцевості на водозборі. З іншого боку поверхневий стік може привести до утворення інтенсивної

ерозії, яка і розвинена в нижній частині водозбору, що потребує окремих природоохоронних заходів.

1.5 Характеристика ставків та зарегульованості стоку на водозборі б. Попова

Водозбір балки Попова розташований в межах трьох селищних рад Солонянського району, а саме: Солонянської, Василівської та Башмачкої (рисунок 1.7).

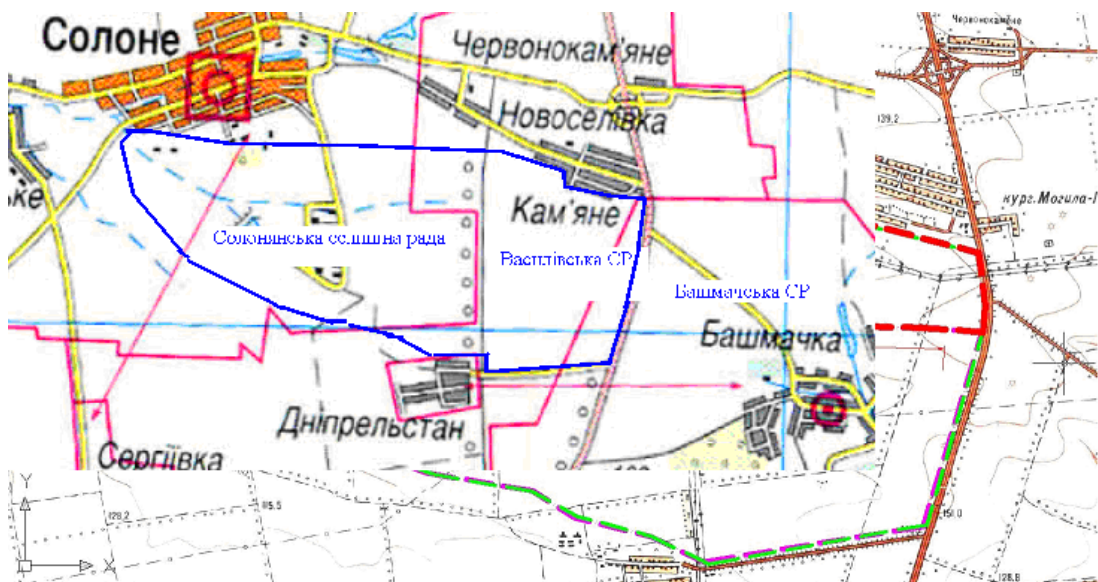


Рисунок 1.7 – Територіальний розподіл водозбору б. Попова

Водних об'єктів на водозборі балки – два (рис. 1.8). За даними інвентаризації водних об'єктів (Регіональний офіс водних ресурсів у Дніпропетровській області [34]) площа водного дзеркала цих ставків сягає 21,9 га, що становить 0,9% території водозбору балки.

Землі водного фонду, прибережні захисні смуги, закріплені на одному з цих ставків і складають 10,9 га.

Збірна відомість водойм Солонянського району Дніпропетровської області

№ п/п	Назва річки (струмка, балки, каналу)	Куда впадає	Відстань від гирла до греблі, км	Об'єм при НПГ, тис. м ³	Площа при НПГ, га	Довжина ПЗС, км	Площа ПЗС, га	Населений пункт, назва водного об'єкту	Територіальне підпорядкування (міські, сільські та селищні ради)	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
175	б Попова	Солона	0,55	225	11,27	2,38	10,9	смт Солоне	Солонянська	селищна
176	б Попова	Солона	3,09		10,60			смт Солоне	Солонянська	селищна

Рисунок 1.8 – Відомість водойм на водозборі б. Попова [34]

Орієнтовний об'єм ставків при НПГ складає 400 тис.м³, що дещо перевищує норму стоку з водозбору балки (див. розділ 2). Відповідно до Водного кодексу України [12] зарегульованість стоку не повинна перевищувати стік 95%-вої забезпеченості, тобто стік на водозборі балки дуже зарегульований.

2 ГІДРОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ ДЛЯ ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ВОДОЗБОРУ

2.1 Визначення об'єму стоку заданої забезпеченості з водозбору та його внутрішньо річний розподіл

На території Дніпропетровської області пунктів спостереження за стоком річок мало, що не дозволяє прямо визначити норму стоку для невеликих річок, якою є балка Попова, яку можна віднести до тимчасових водостоків. Тому гідрологічні розрахунки будемо виконувати як для випадку відсутності даних спостережень.

Коефіцієнт варіації річного стоку C_v дорівнює 0,95 [22]. З врахуванням малої площі водозбору ($24,6 \text{ км}^2$) коефіцієнт варіації змінюємо на поправочний коефіцієнт – 1,5, тобто $C_v = 1,43$ [39].

Значення середнього багаторічного річного модуля стоку становить $0,5 \text{ л}/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$ [22].

Розрахункове значення відношення коефіцієнта асиметрії (C_s) до коефіцієнта варіації (C_v) приймаємо, як середнє за даними групи річок з тривалими спостереженнями в гідрологічно однорідному районі [40].

В нашому випадку приймаємо це відношення рівне $C_s = 2,0 C_v$. Для вибраного співвідношення з таблиць трьохпараметричного розподілу встановлюють модульний коефіцієнт ($K_{p\%}$) при визначенні модуля стоку заданої забезпеченості.

$$q_{p\%} = K_{p\%} * q_0, \quad (2.1)$$

де q_0 – модуль стоку, знятий з карти ізоліній норми річного стоку [22].

Об'єм стоку заданої забезпеченості визначаємо за формулою [39]

$$W_{p\%} = q_{p\%} * F * 31,5, \quad (2.2)$$

де F – площа водозбору, км^2 .

Таблиця 2.1 – Значення стоку з водозбору в розрахунковому створі
(б. Попова, $F=24,6 \text{ км}^2$)

Найменування показників		Значення
- середній багаторічний річний модуль стоку, $\text{л}/(\text{с} \times \text{км}^2)$, q		0,5
A - площа водозбору річки до розрахункового створу, км^2 .		24,29
a - параметр, що визначається за даними річок-аналогів, $\text{л}/\text{с}$		1,5
Коефіцієнт варіації річного стоку C_v		0,95
Відношення $C_s: C_v$ (кратне 0,5)		2,0
Збільшення мінливості річного стоку при $S < 50 \text{ км}^2$,		1,438
Коефіцієнт варіації річного стоку C_v з врахуванням малої площі		1,423
Модульний коеф, $K\%$	P=1%	6,55
	P=5%	3,8
	P=10%	2,64
	P=25%	1,31
	норма	1
	P=50%	0,46
	P=75%	0,106
	P=90%	0,016
	P=95%	0,004
	P=99%	0,0002
Об'єм стоку за рік, тис.м^3	P=1%	2509
	P=5%	1455
	P=10%	1011
	P=25%	501,7
	норма	383,0
	P=50%	176,2
	P=75%	40,6
	P=90%	6,128
	P=95%	1,532
	P=99%	0,077

Крім річних значень стоку, для визначення режиму роботи водосховищ та ставків, необхідно знати і розподіл стоку всередині року тобто по сезонам та місяцям. При цьому необхідно враховувати, що стік уна водозборі має місце тільки в період сніготанення та дощових паводків.

Розподілення в відсотках від річного стоку проводимо з врахуванням пересихання водостоку та водності року з використанням типових схем розподілу стоку [46].

Для такого C_v та $C_s=2,0C_v$ знаходимо значення модульного коефіцієнта річного стоку [40] та зводимо розрахунки модуля, формула (2.1) та об'єму стоку, формула (2.2) в табл.2.1 для найбільш характерних значень забезпеченості року.

Для середнього за водністю року внутрішньорічний розподіл стоку (383 тис. м³) приймемо як для малих річок Нижнєдніпровського гідрологічного району [46] таким, як наведено в табл.2.2.

Таблиця 2.2 – Внутрішньорічний об'єм стоку W (тис. м³) в середній по водності рік

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
%	6,8	10,9	36,6	19,7	6	2,7	2	2,5	2	2,5	4	4,3
Стік	26,0	41,7	140,2	75,5	23,0	10,3	7,66	9,58	7,66	9,58	15,3	16,5

2.2 Визначення максимальної витрати весняного водопілля

Максимальний стік весняного водопілля $Q_{p\%}$ м³/с розраховуємо для випадку відсутності даних спостережень за рекомендаціями нормативу ДБН [28], або за формулою граничної інтенсивності [46].

За рекомендаціями Мокляка В.І. [46] для території України необхідно вибирати останній варіант:

$$Q_p = 0,28 \cdot a_m \cdot \varphi \cdot F \cdot \rho \cdot r \cdot \lambda, \quad (2.3)$$

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

0,28 – коефіцієнт вимірювання;

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

φ – коефіцієнт редуції модуля максимальної витрати;

F – площа водозбору, км²;

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

r – коефіцієнт, що враховує вплив системи водосховищ;

λ – коефіцієнт ймовірності перевищення максимальних витрат води.

Максимальну годинна інтенсивність водовіддачі a_m для 1%-вої ймовірності перевищення рекомендується приймати в відповідності з вказівками, які розміщені в [46, табл. 81].

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

$$n = \frac{\tau}{t_c}, \quad (2.4)$$

де τ – тривалість добігання стоку;

t_c – тривалість водовіддачі за добу.

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

$$\varphi = \frac{0,28 + 0,07n}{1 + 2n} \quad (2.5)$$

і приймається за [46, табл. 82].

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

$$\varphi = \frac{t_c}{0,92t_c - 0,24 + (1,94t_c + 5,95)\tau} \quad (2.6)$$

або приймається по [46, табл. 84].

Тривалість добігання хвили повені визначається за формулою

$$\tau = \frac{L}{v}, \quad (2.7)$$

де L – довжина водотоку, км;

v – швидкість добігання, км/добу.

Швидкість добігання хвилі повені в свою чергу визначається за формулою

$$v = \alpha \cdot H^{1/3}, \quad (2.8)$$

де α – коефіцієнт форми русла і шорсткості його дна і стінок, приймається по [46, табл. 85];

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

Тривалість водовіддачі від сніготанення (силового притоку) t_c визначається за картою ізоліній [46].

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

$$\rho = \frac{t_c + \tau}{mt_c + \tau + t_H}. \quad (2.9)$$

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

$$r = 1 - \frac{W_1}{S_1} \left[1 - \left(1 - \frac{f_1}{F} \right)^n \right], \quad (2.10)$$

де W_1 – регулюючий об'єм водосховища;

S_1 – стік з водозбірної площі f_1 ;

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

Всі розрахунки виконуємо табличній формі (таблиця 2.3).

Таблиця 2.3 – Розрахунок максимального стоку весняної повені

Найменування показника		Розрахунковий створ б. Попова біля смт. Солоне
1	2	3
Площа басейну F ,	$км^2$	24,6
Довжина водотоку L ,	$км$	7,2
Відстань від гирла,	$км$	0,5
Падіння ріки H ,	$м$	42
Інтенсивність водовіддачі a_m	$мм/год$	4,3
Коефіцієнт форми та шорсткості русла a , (табл. 85)	$км/добу$	8
Швидкість добігання хвилі повені $v=aH^{1/3}$	$км/добу$	27,8
Тривалість добігання хвилі повені $t=L/v$,	$дїб$	0,26
Тривалість водовіддачі від сніготанення t_c , (рис. 49)	$дїб$	3,3
Співвідношення $n=t/t_c$,		0,08
Коефіцієнт редуції: - $j=(0,28+0,07n)/(1+2n)$ при $n>1$; ($t>t_c$)		-
- $j=0,35/(1+2n)$ при $n<1$; $t>1$		-
- $j=t_c/(0,92t_c-0,24+(1,94t_c+5,95)t)$; при $t<1$		0,551
Площа лісів в басейні f_l ,	$км^2$	0,07
Площа боліт в басейні f_b ,	$км^2$	0,1
Коефіцієнт складу лісів a ,		0,85
Коефіцієнт підвищення часу водовіддачі за рахунок залісеності та заболоченості $m=1+af_l/F+f_b/F$		1,01
Умовний час початку віддачі стоку: - у витoku ріки T_u , (рис. 50)	$дїб$	2,3
- в розрахунковому створі ріки T_c , (рис. 50)	$дїб$	2,3
Тривалість неодночасності віддачі стоку $t_n=T_u-T_c$,	$дїб$	0,0
Коефіцієнт, що враховує вплив залісеності, заболоченості і неодночасності сніготанення $r=(t_c+t)/(mt_c+t+t_n)$		0,99
Регулюючий об'єм водосховища W_1 ,	$млн. м^3$	0,3
Водозбірна площа водосховища f_1 ,	$км^2$	24,3
Об'єм стоку з площі басейну водосховища $S_1=0,001h_{p1}f_1$,	$млн. м^3$	2,3
Коефіцієнт, що враховує зарегулювання витрати водосховищем, $r_I=1-(W_1/S_1)[1-(1-f_1/F)^{0,75}]$		0,87
Регулюючий об'єм водосховища W_2 ,	$млн. м^3$	0
Водозбірна площа водосховища f_2 ,	$км^2$	0
Об'єм стоку з площі басейну водосховища $S_2=0,001h_{p2}f_2$,	$млн. м^3$	

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	
Коефіцієнт, що враховує зарегулювання витрати водосховищем,			
$r_2=1-(W_2/S_2)[1-(1-f_2/F)^{0,75}]$		1,0	
Сумарний коефіцієнт зарегулювання водосховищами, $r=r_1r_2$			
Максимальна витрата $Q_{1\%}=0,28a_mjFrr_1$,	1%	m^3/c	13,8
Забезпеченість, P, %/модульний коефіцієнт,	3%	0,75	10,3
	5%	0,64	8,8
	10%	0,47	6,5
	25%	0,25	3,4
	0,5 %	1,19	16,4
Шар стоку повені 1 % забезпеченості $h_{p1\%}$,		мм	95
Об'єм стоку повені $W_{1\%}=0,001h_{p1\%}F$,	1%	млн. m^3	2,01
Забезпеченість, P, %/модульний коефіцієнт,	3%	0,73	1,47
	5%	0,59	1,18
	10%	0,37	0,74
	25%	0,16	0,32
	0,5 %	1,18	2,37

Таким чином, розрахункова максимальна витрата води весняної повені 1%-вої забезпеченості склала $Q_{1\%}=13,8 m^3/c$; 5%-вої забезпеченості - $Q_{5\%}=8,8 m^3/c$.

Об'єм стоку повені буде рівний відповідно $W_{1\%}=2,01$ млн. m^3 та $W_{5\%}=1,18$ млн. m^3 .

Ці результати розрахунку послужать вихідними даними для оцінки роботи водоскиду гідровузла.

2.3 Визначення максимальної витрати дощового паводку

Безсніжні зими останнього десятиліття показують, що значимість дощових паводків при оцінці надійності роботи водоскидів, збільшується. Особливо зливи мають вирішальне значення при проектуванні водопропускних ГТС на малих річках, площею до $200 km^2$, до яких відносимо і балку Попова.

Відповідно до норм [], за відсутності даних спостережень за максимальним зливовим стоком розрахунки проведені за формулою Вишневського В.І. [10]

$$Q_p = 1.67 \cdot h_m \cdot F \cdot \varphi \cdot n \cdot r \cdot r_1 \cdot \lambda, \quad (2.11)$$

де Q_p – максимальна миттєва витрата ($\text{м}^3/\text{с}$) ймовірністю перевищення $P\%$;

1,67 – коефіцієнт вимірювання;

h_m – максимальна злизова водовіддача ($\text{мм}/10 \text{ хв}$) 1%-вої ймовірності перевищення;

φ – коефіцієнт редукції модуля максимального зливого стоку;

F – площа водозбору, км^2 ;

n – коефіцієнт, що враховує вплив залісеності, заболоченості і неодночасності віддачі стоку з басейну;

r – коефіцієнт, що враховує вплив системи водосховищ;

r_1 – коефіцієнт природного зарегулювання витрати заболоченими заплавами;

λ – коефіцієнт переходу від вихідної ймовірності перевищення максимальних витрат води до розрахункової.

Основні результати зливого стоку наведені в табл. 2.4.

Маємо розрахункове значення витрати дощового паводку 1% та 5%-вої забезпеченості відповідно $Q_{1\%} = 38 \text{ м}^3/\text{с}$ та $Q_{5\%} = 23 \text{ м}^3/\text{с}$.

Маємо розрахунковий шар дощового стоку 1%-вої забезпеченості $h_{p1\%} = 54 \text{ мм}$.

Об'єм стоку дощового паводку буде рівний відповідно $W_{1\%} = 1,3 \text{ млн. м}^3$; $W_{5\%} = 0,8 \text{ млн. м}^3$.

Таблиця 2.4 – Розрахунок максимального стоку дощового паводку

Найменування показників		б.Попова	
№ наближення		1-ше	2-ге
Площа басейну F ,	$км^2$	24,6	
Довжина водотоку L ,	$км$	7,9	
Падіння ріки H ,	$м$	58	
відмітка витоку	$м$	133	
відмітка горизонту води в розрахунковому створі	$м$	75	
середньозважений похил річки, i_v	<i>промилле</i>	7,34	
Витрата 1%-ої забезпеченості за аналогом (табл. 87-табл.100-Днепр, за площею)	$м^3/сек$	148	
Розрахована (ф-ла 41) витрата 1%-ої забезпеченості для розрахункового створу: перше та друге наближення		31,2	38,3
Максимальна водовіддача дощового стоку 1%-ої забезпеченості hm (рис.69(59)-з карти)	$мм/10 хв$	5	
Швидкість добігання піку паводку по довжині річки (за аналогом) (табл.103(90))	$км/добу$	44	
Швидкість добігання піку паводку по довжині річки розрахована (ф-ла 44)	$км/добу$		59,7
- тривалість водовіддачі макс. Зливового стоку t_c	<i>год</i>	2,00	2,00
- співвідношення $n1 = \square / t_c$; $t_c = 2 год$		2,15	1,59
- Тривалість добігання хвилі повені $\square = 24L/v$, (ф-ла 43)	<i>годин</i>	4,31	3,18
Коефіцієнт редукції: - $\square = (2,26)/(1+6,3n1)$ при $n < 1$; - $\square = 0,626/(1+1,02n1)$ при $n > 1$;		0,196	0,239
Площа лісів в басейні f_a ,	$км^2$	0	
Площа боліт та заболочених заплав в басейні f_b ,	$км^2$	0,3	
Коефіцієнт складу лісів \square ,		0,85	
Коефіцієнт, що враховує вплив залісненості, заболоченості n (ф-ла 47)		0,996	1
- Коефіцієнт m (ф-ла 48)		1,012	1
Шар дощового стоку 1-ої забезпеченості при $F < 60 км^2$ (ф-ла 54)		54,1	54,1
Шар дощового стоку 1-ої забезпеченості при $F > 60 км^2$ (ф-ла 56)		65,3	65,3
Складові шару стоку: \square		1	1
$\square 1$		1	1
- сумарна площа ставків та водосховищ (QGIS)	<i>га</i>	15	
Висота регулюючого шару в ставках H , (Прийнятий 50% форсованого напору)	$м$	0,5	
Співвідношення площі широкої заболоченої заплави до площі водозбору (QGIS)	$\%$	1,220	
Коеф. r , для врахування регулюючого впливу ставків та водосховищ (ф-ла 49)		0,944	
Коеф. $r1$, для врахування регулюючого впливу заболоченої		0,826534949	

Найменування показників			б.Попова	
№ наближення			1-ше	2-ге
заплави (ф-ла 52)				
Регулюючий об'єм водосховища W_1 , (рекомендовано приймати половину можливого шару спрацювання)			млн. м ³	0,10
Регулюючий об'єм водосховища W_2 ,			млн. м ³	0,05
Водозбірна площа водосховища до розрахункового створу F,			км ²	24,6
Попередньо прийнятий Шар стоку 1%-ої (табл.100(87) для аналога)			мм	31,0
Коефіцієнт, що враховує зарегулювання витрати водосховищами та ставками, r_2 ,				0,902
Максимальна витрата $Q_{i\%}$			1%	м ³ /с
Забезпеченість, P, %/модульний коефіцієнт, \square , (табл.93)			3%	0,70
			5%	0,60
			10%	0,43
			25%	0,25
			0,5 %	1,17
Шар стоку дощового паводку 1 % забезпеченості $h_{p1\%}$,			мм	54,1
Об'єм стоку повені , (ф-ла 55)			1%	млн. м ³
Забезпеченість, P, %/модульний коефіцієнт, \square ,			3%	0,7
			5%	0,60
			10%	0,43
			25%	0,25
			0,5 %	1,17

Для зручності проведення аналізу максимального стоку на водозборі балки, основні характеристики стоку зведемо в єдину таблицю 2.5

Таблиця 2.5 – Максимальні витрати і об'єми стоку весняної повені та дощового паводку в умовах водозбору балки Попова ($F_{\text{бас.}}=24,6 \text{ км}^2$)

Гідрологічна характеристика		Забезпеченість P, %					
		0,5	1	3	5	10	25
Весняна повінь							
Максимальні витрати,	м ³ /с	16,4	13,8	10,3	8,8	6,5	3,4
Об'єм стоку	млн. м ³	2,4	2,0	1,47	1,18	0,74	0,32
Дощовий паводок							
Максимальні витрати,	м ³ /с	45	38	27	23	17	9,6
Об'єм стоку	млн. м ³	1,6	1,3	0,9	0,8	0,6	0,3

Бачимо, що витрати дощових паводків більші за витрати повені рівних забезпеченостей майже в 3 рази. Проте об'єми стоку повені вищої забезпеченості дещо більші за паводок.

Остаточно, яку характеристику брати до уваги при оцінці роботи водоскиду, визначимо в пункті розрахунку трансформації максимальних витрат ставком.

3 ВОДОГОСПОДАРСЬКІ РОЗРАХУНКИ ПРИ СЕЗОННОМУ РЕГУЛЮВАННІ СТОКУ

Регулюванням стоку – це штучний перерозподіл природного (звичайно нерівномірного за часом) стоку відповідно до режиму водокористування і водоспоживання. Це основний технічний прийом як по раціональному використанню водних ресурсів, так і по боротьбі з повеннями [39].

3.1 Розрахунок топографічних характеристик для створу греблі

Топографічні характеристики являють собою криві залежності об'єму ставка $V=f(H)$, площі водного дзеркала $w=f(H)$ та середньої глибини ставка $h_{\text{сер}}=f(H)$ в залежності від горизонту води H в ставку.

В роботі їх визначили за використання цифрової моделі рельєфу SRTM [55] шляхом побудови часткових площ заданих горизонталей в межах басейну б. Попова (рис.3.1).

Побудова виконана в ГІС з відкритим кодом QGIS за такою послідовністю:

0) попередньо створений векторний шар водозбору балки Попова - використаний із вбудованої до QGIS вільної ГІС GRASS із групи Raster : плагін *r.watershed* для створення стокової моделі на основі цифрової моделі рельєфу, а далі - плагін *r.water.outlet* – для виділення часткових водозборів на рельєфі за вказаною оператором умовою, з подальшою векторизацією шару;

1) Створений окремий файл цифрової моделі рельєфу для водозбору балки Попова – меню «Растр/Извлечение/Обрезать по маске», максою є шар побудований за алгоритмом в п.0;

2) Побудовані горизонталі на водозборі б.Попова (Раст/Извлечение/Создать изолинии) на проведена процедура їх згладжування – наближення до дійсного рельєфу (SAGA/Features-Lines/*Line Smoothing*) –горизонталі зображені на рис.1.1 та на рис.3.1;

3) Виділені області в межах водозбору б. Попова, які відповідають площі водного дзеркала для і-тої горизонталі (див. рис.3.1 – кольорові області). Площа цих областей визначена за використання меню файлу (наприклад : *topo82*) – Открыть таблицу атрибутов/Добавить поле/, та для добавленого поля площ за використання «калькулятора полей» встановили площу водного дзеркала для і-тої горизонталі.

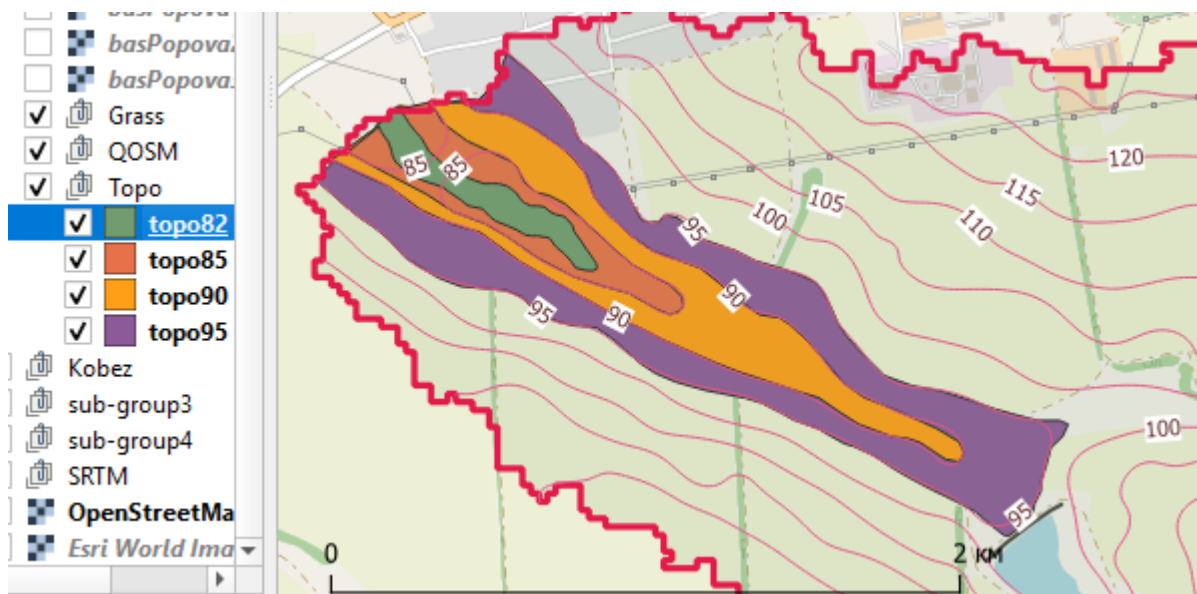


Рисунок 3.1 – До визначення площі дзеркала води за горизонталями

Вказані площі є вихідними даними для побудови топографічних характеристик.

Часткові об'єми, що знаходяться між сусідніми горизонталями, знаходимо за формулою об'єму призми [40]

$$\Delta V_i = \left(\omega_i + \omega_{i+1} \right) \Delta h / 2, \quad (3.1)$$

а перший від дна частковий об'єм - за формулою зрізаного параболоїда

$$\Delta V_1 = 0,67 \cdot \omega_1 \cdot \Delta h, \quad (3.2)$$

де ω_i та ω_{i+1} - площі дзеркала водосховища, які відповідають відміткам поверхні води h_i та h_{i+1} ;

Δh - різниця між суміжними відмітками горизонталей, м.

Додаючи, починаючи від дна часткові об'єми отримуємо для кожного горизонту об'єми води, які знаходяться нижче цього горизонту.

Середню глибину ставка визначаємо як відношення об'єму його до площі водного дзеркала на відповідних горизонтах.

Розрахунок топографічних характеристик ложа ставка наведений в табл.3.1.

За даними табл.3.2. побудовані графіки залежності $V=f(H)$, $w=f(H)$ та $h_{\text{сер}}=f(H)$, що зображені на рис.3.1.

3.2 Призначення характерних об'ємів ставка при сезонному регулюванні стоку

На протязі терміну експлуатації ставка частина об'єму його буде замулена продуктами твердого стоку, розмиву берегів. Тому треба визначити величину мертвого об'єму (МО) ставка.

Оскільки величини твердого стоку, який спостерігається на протязі короткочасного періоду (період весняної повені та дощових паводків високої забезпеченості), незначні, призначаємо МО з умови дотримання мінімальних санітарних глибин в ставку, які повинні бути не менше 2 м при МО [39].

За рисунком 3.2 встановлено, що при середній глибині 2 м об'єм водойми буде 310 тис. м³, що відповідає стоку з балки приблизно 38%-ної забезпеченості і становить 81% від норми стоку, що забагато для сезонного регулювання.

Таблиця 3.1 – Топографічні характеристики ложа ставка

№ п/п	Горизонт, м	Площа дзеркала, га	Середня площа дзеркала, га	Інтервал, м	Частковий об'єм, млн. м ³	Об'єм, млн. м ³	Середня глибина, м
1	75	0,000				0,000	0
			0,010	1	0,013		
2	76	0,020				0,013	0,67
			0,035	1	0,035		
3	77	0,050				0,048	0,97
			0,065	1	0,065		
4	78	0,080				0,113	1,42
			0,095	1	0,095		
5	79	0,110				0,208	1,89
			0,140	1	0,140		
6	80	0,170				0,348	2,05
			0,235	2	0,470		
7	82	0,300				0,818	2,73
			0,400	2	0,800		
8	84	0,500				1,618	3,24
			0,650	2	1,300		
9	86	0,800				2,918	3,65
			1,050	2	2,100		
10	88	1,300				5,018	3,86
			1,650	2	3,300		
11	90	2,000				8,318	4,16
			2,500	2	5,000		
12	92	3,000				13,318	4,44
			3,750	2	7,500		
13	94	4,500				20,818	4,63

Тому відповідну МО прийнята відмітка водної поверхні 78,00 м, що відповідає середній глибині ставка 1,42 м, а мертвий об'єм становить 113 тис. м³.

Ставок проектується для використання місцевих водних ресурсів, тому його регулювання визначаємо як сезонне.

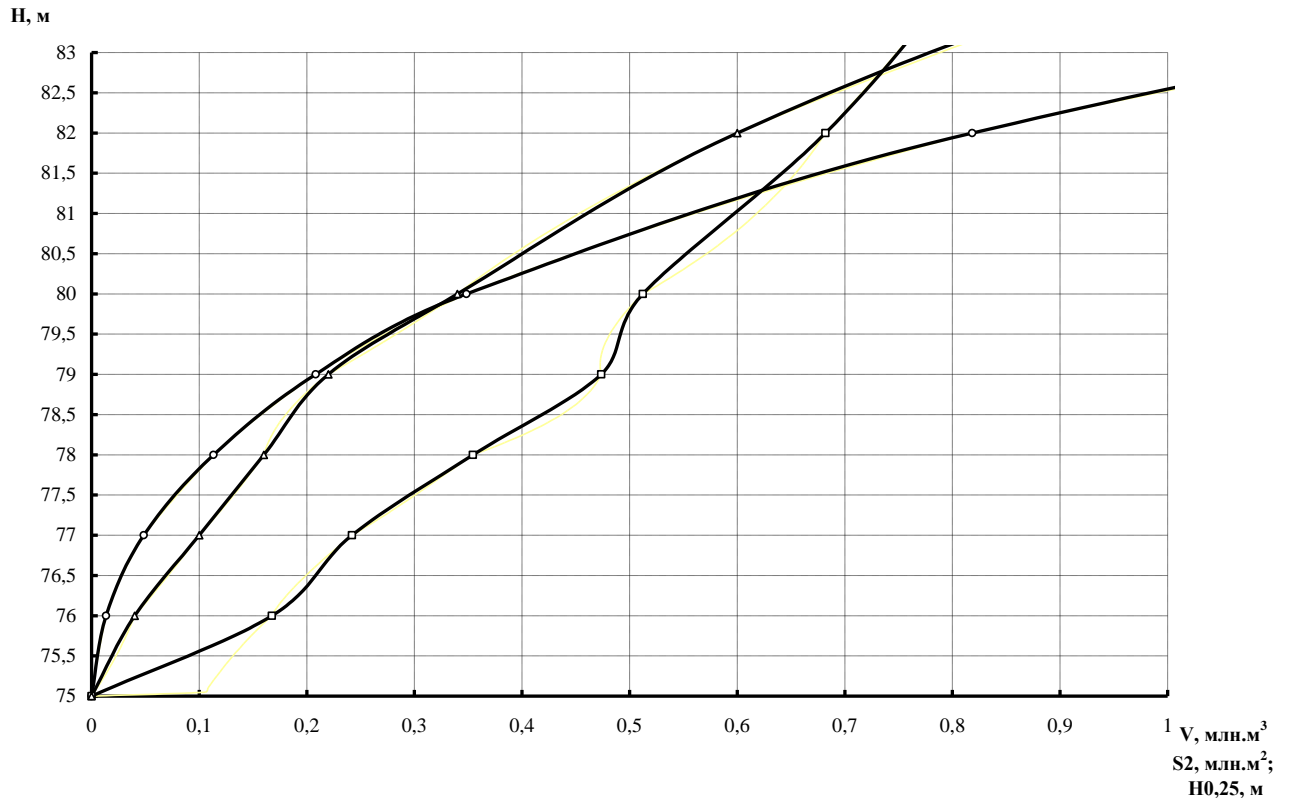


Рисунок 3.2 – Топографічні характеристики ложа б. Попова в розрахунковому створі

При сезонному регулюванні стоку ставок один раз на рік наповнюється до нормального підпірного горизонту (НПГ) та спрацьовується до горизонту, що відповідає об'єму при НПГ за винятком втрат на випаровування та фільтрацію та водопотреби в період нестачі стоку. При регулюванні на норму стоку (383 тис. м³, що відповідає відмітці 80,2 м та площі водного дзеркала 18 га) визначимо приблизно втрати на фільтрацію та випаровування.

Спочатку знаходимо норму випаровування з водної поверхні по карті середнього шару випаровування [22], яка дорівнює 870мм. Коефіцієнт варіації річного випаровування має незначні зміни, то можна прийняти $C_v = 0,1$ та $C_s = 2,0C_v$.

Модульний коефіцієнт для переходу до норми дорівнює $K_{50\%} = 1$ [40].

Тоді «нормальне» випаровування, що визначаємо за типовою формулою для будь-якої гідрологічної величини, дорівнює $E_0 = 870$ мм, а стік від снігу 32 мм, що складе:

- для відмітки 80,2 м – об'єм складає 383 тис. м³, площа водного дзеркала 18 га;
- для відмітки $80,2 - 0,87 = 79,3$ м – об'єм складає 250 тис. м³, площа водного дзеркала 13 га;
- середні значення: відмітки горизонту 79,75 м, об'єм складе 310 тис. м³, площа водного дзеркала 15,5 га;
- втрати на випаровування $W_{\text{вип}} = (0,87 - 0,032) * 155000 = 130$ тис. м³.

Втрати води на фільтрацію можна прийняти як відсоток від середнього робочого об'єму води в ставку і згідно рекомендаціям [39] для середніх гідрогеологічних умов цей відсоток становить 15-20 % за рік, тобто 50 тис. м³.

Отже загальні втрати складуть 180 тис. м³, а середній робочий об'єм в кінці меженого періоду (жовтень, листопад) складе 200 тис. м³.

Таким чином призначимо розрахункові горизонти для водойми:

- горизонт мертвого об'єму (ГМО) – 78,00 м;
- нормальний підпірний горизонт (НПГ) – 80,20 м;
- форсований підпірний горизонт (ФПГ) встановимо на 1 м вище НПГ – 81,20 м.

Виходячи з топографічних характеристик характерні об'єми ставка будуть такими:

- мертвий об'єм (МО) – 113 тис. м³;
- корисний об'єм (КО) – 270 тис. м³;
- повний об'єм (ПО) – 383 тис. м³;
- об'єм регулювання (РО) – 590 тис. м³.

3.4 Розрахунок гідрографа максимального стоку весняного водопілля та його трансформація

При проектуванні гідровузлів та їх водоскидних споруд необхідно знати гідрографи можливого притоку води до водосховищ в період весняної повені та дощового паводку. За цими гідрографами визначають максимальні витрати води, акумуляцію стоку в водосховищі, трансформацію гідрографа та зменшення максимальної витрати.

Звичайно розрахункові гідрографи будують за рівно забезпеченими значеннями об'ємів повені (паводку) та максимальних витрат.

Гідрографи будують за середньодобовими витратами \bar{Q}_p , які визначають шляхом ділення розрахункової миттєвої (максимальної) витрати на коефіцієнт K_τ [28]

$$\bar{Q}_p = Q_p / K_\tau, \quad (3.3)$$

де Q_p - миттєва витрата, м³/с;

K_τ - перехідний коефіцієнт від миттєвих витрат до середніх добових.

Останній для нашого водозбору площею 24,3 км² становить $K_\tau = 2,4$ [28].

Як приклад проведемо та покажемо розвернутий розрахунок для випадку повені перевіркою 1%-вої забезпеченості. Решту розрахунків зведемо в таблицю.

Тоді середньодобова витрата для весняної повені становить

$$\bar{Q}_{1\%} = 13,8 / 2,4 = 5,75 \text{ м}^3/\text{с},$$

Проведемо розрахунок трансформації весняної повені ставком, що дасть змогу визначити ступінь зниження максимальної витрати.

Максимальну трансформовану витрату весняної повені знаходимо за формулою Кочеріна [40]

$$q_{\max P\%} = Q_{\max P\%} \cdot \left(-V_{\text{рег}} / W_{P\%} \right) \quad (3.4)$$

$$\text{Маємо } Q_{\max 1\%} = 5,75 \cdot (1 - 590/2010) = 4,06 \text{ м}^3/\text{с},$$

Аналогічно проведені розрахунки і для інших випадків (забезпеченостей), зведені в табл. 3.2

Таблиця 3.2 – Максимальні витрати і об'єми стоку весняної повені та дощового паводку в умовах водозбору балки Попова ($F_{\text{бас.}} = 24,6 \text{ км}^2$)

Гідрологічна характеристика	Забезпеченість P, %					
	0,5	1	3	5	10	25
Весняна повінь						
Максимальна середньодобова витрата, $\text{м}^3/\text{с}$	6,8	5,8	4,3	3,7	2,7	1,4
Максимальна зарегульована витрата, $\text{м}^3/\text{с}$	5,1	4,1	2,6	1,8	0,5	-
Дощовий паводок						
Максимальна середньодобова витрата, $\text{м}^3/\text{с}$	19	16	11	9,7	7,8	4,0
Максимальна зарегульована витрата, $\text{м}^3/\text{с}$	12	8,7	3,8	2,5	-	-

Бачимо, що і зарегульовані витрати дощових паводків більші за витрати повені для рівних високих забезпеченостей (5% і вище).

Ці витрати будуть визначальними для визначення типу та конструктивних особливостей водоскидних споруд.

4 КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ЗЕМЛЯНОЇ ГРЕБЛІ

Відповідно до інвентаризаційних відомостей про водні об'єкти на території Солонянського району (звіт облводгоспу) характеристика існуючої греблі наступна (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Інвентаризаційна відомість про водні об'єкти на території Солонянського району [34]

Місце розташування водного об'єкту, селищна рада	Назва зареєстрованого водотоку	Об'єм при НІПР тис.м.куб.	Площа водного дзеркала При НІПР, га	Прибережна захисна смуга, га	Всього земель водного фонду, що надані в оренду	Дані про гідротехнічні споруди		Стан гідротехнічних споруд	
						греблі (довжина ширина) м	водоскиди водо випуски та інше (довжини, діаметри)	греблі	водоскиду водовипуску
Солонянська	б.б/н 7/Солона	-	1,2	-	-	д.80 м. ш.4 м.	обвідний канал	задов.	задов.
Солонянська	р.Солона/ р.М.Сура	-	18,5	-	-	д.190м ш.15м	шахт.д.21м d-2 м.	задов.	задов.
Солонянська	р.Солона/ р.М.Сура	114,	8,74	8,7	-	д.230 м ш.15м	шахт.д.12м d-1м.	задов.	задов.
Солонянська	р.Солона/ р.М.Сура	-	15,3	-	-	д.210 ш.18	перелив д.15 d - 6*3м	задов.	задов.
Солонянська	р.Солона/ р.М.Сура р.Дніпро	679	46,7	21,8	68,6	д.375м ш.6,8м	шахт.д.47м d-5,5*5,5м. дві нитки 2*2м.	задов.	задов.
Солонянська	б.Попова	225	11,2	10,9	22,2	д.224м ш.4,5м	сифон d-300мм д.20м	задов.	задов.
Солонянська Василівська	р.Солона/ р.М.Сура	162	7,72 0,23	7,74	15,69	д.110м ш.12м	шахт.д.24м d-4*4м.	задов.	задов.

Тип греблі – однорідний. Клас наслідків (відповідальності) земляної насипної греблі залежить від типу ґрунтів підвалини і висоти греблі [48].

Так як найбільша висота греблі менше 15 м (рис. 4.1), гребля відноситься до класу СС1.

Величина коефіцієнтів закладення укосів греблі залежить від фізико-механічних властивостей ґрунтів укосів і підвалини, діючих на укоси сил (власної ваги ґрунту, впливи води, зовнішніх навантажень на гребені й укосах) [15], і прийняті $m_{h_2}=3$, а низового - $m_t=2$.

Ширина гребня греблі встановлюється в залежності від умов виробництва робіт і експлуатації (використання гребня для проїзду, проходу й ін. цілей). Так як через гребінь греблі планується влаштувати дорогу з твердим покриттям, приймаємо, згідно ДБН [26], ширину його 8 м. Довжина греблі 224 м.

Водойма при греблі має такі характеристики : об'єм – 225 тис. м³, площа дзеркала – 11,2 га (див. табл. 4.1).

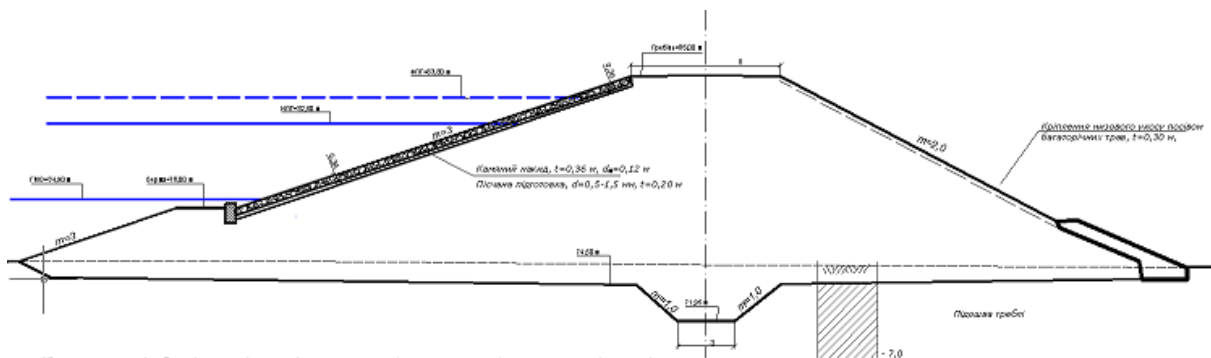


Рисунок 4.1 – Конструкція греблі на балці Попова

На низовому та верховому укосах берми не передбачаємо, оскільки клас греблі – 4, а висота її не перевищує 10 м.

Відповідно до вимог [27] перевищення гребня греблі слід визначати для двох випадків стояння рівня води у верхньому б'єфі:

а) при нормальному підпірному горизонті (НПГ) або при більш високому рівні, що відповідає пропусканню максимального паводка, що входить в основне сполучення навантажень і впливів;

б) при форсованому підпірному горизонті (ФПГ), при пропусканні максимального паводка, що відноситься до особих сполучень навантажень і впливів.

Гребінь греблі розташовують на відмітці, що забезпечить не переливання води через нього при пропуску катастрофічної повені 0,5%-вої забезпеченості. Враховуючи, що для вказаного випадку відмітка НПГ=80,2 м, відмітку гребня існуючої греблі 82,00 м.

В плані гребінь не прямий. У північній частини (правий берег) маємо плавний поворот гребня на 45-50 градусів (рис.4.2). Візуально цілісність земляної частини греблі і гребня зокрема не порушена. Гребінь суттєво «обізжений», що видно із фото.



Рисунок 4.2 – Фото греблі ставка на б. Попова (Google Earth Pro) [1]

На повороті саме розташований сифонний водоскид, вісь його показана на рис. 4.2.

Укоси земляних гребель повинні бути захищені спеціальними кріпленнями, розрахованими на вплив хвиль, льоду, течій води, атмосферних опадів і інших руйнуючих чинників.

Для захисту верхового та низового укосів використали посів багаторічних трав.

При зміцненні низового укосу залуженням товщина шару рослинного ґрунту, що вкладається на укіс, при глинистих ґрунтах приймаємо - 20 см

Влаштування дренажу тіла земляної греблі передбачене з метою:

- а) організованого відводу води, що фільтрується через тіло і підвалину греблі в нижній б'єф;
- б) запобігання виходу фільтраційного потоку в низовий укіс і в зону, що промерзає;
- в) економічно обґрунтованого зниження депресійної поверхні для підвищення стійкості низового укосу (внутрішній дренаж);
- г) підвищення стійкості верхового укосу при швидкому зпрацюванні водосховища, а також для зняття порового тиску, що виникає при сейсмічних впливах.

У даній роботі пропонується вибрати приставний дренаж, оскільки гребля уже існує, а в нижньому б'єфі більшу частину року відсутня вода. В той же час на низовий укіс виклинюють води фільтраційного потоку тіла греблі.

5 КОНСТРУКЦІЯ ТА РОЗРАХУНОК ВОДОСКИДНОЇ ТА ВОДОСПУСКНОЇ СПОРУД У СКЛАДІ ГІДРОВУЗЛА

5.1 Конструкція існуючого водоскиду і його пропускна здатність

Відповідно до інвентаризаційних відомостей регіонального офісу водних ресурсів у дніпропетровській області (до 2015 р. – Дніпрооблводгосп) [34] до складу гідровузла на б. Попова входить сифонний водоскид діаметром 300 мм та довжиною труби 20 м (див. табл.4.1, напівжирний шрифт рядка).

Детальних креслень автору не вдалось отримати, тому креслення конструкції сифонного водоскиду представлені за результатами рекогносцирувальних робіт на об'єкті (рис.5.1).

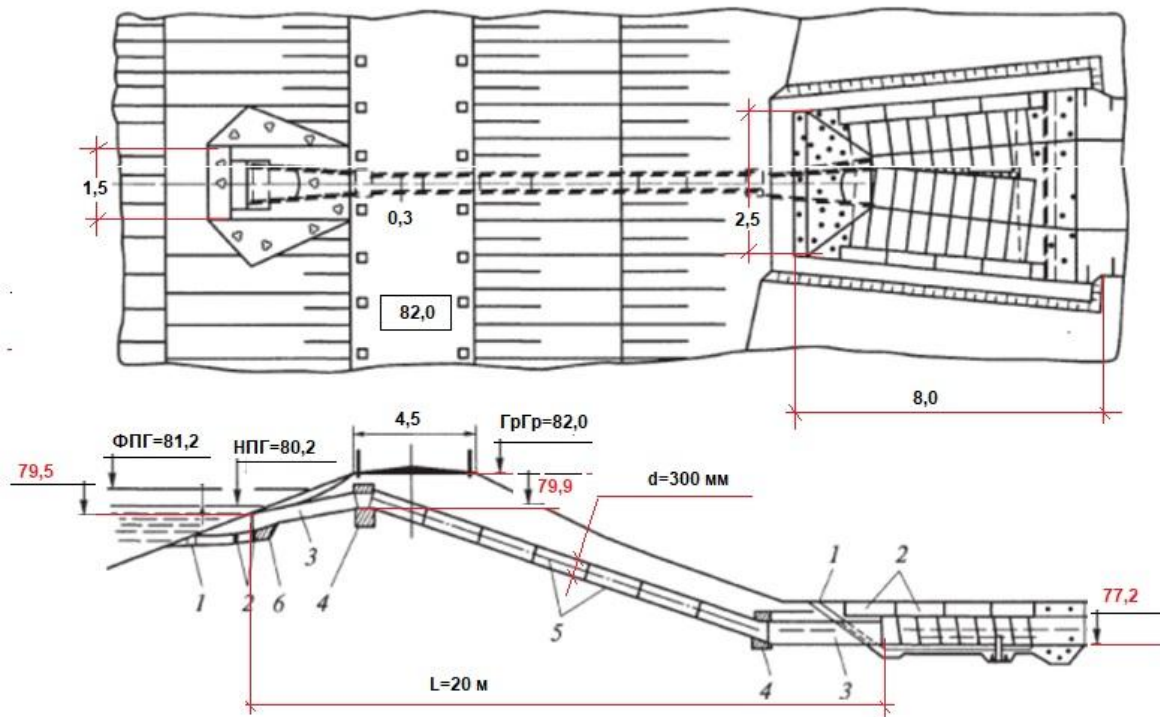


Рисунок 5.1 – Конструкція сифонного водоскиду :

1 – одиночне вимощення, 2 – плита кріплення, 3 – раструб, 4 – опора збетонна, 5 – труба сифону, 6 – гравійно-піщана підготовка

Розрахунок пропускної спроможності труби сифонного водоскиду, проводиться підбором за формулою витрати через короткі труби, що працюють в напірному режимі

$$Q = \mu \cdot w \cdot \sqrt{2g \cdot z}, \quad (5.1)$$

де μ - коефіцієнт витрати труби;

w - живий переріз труби, м;

Коефіцієнт витрати знаходиться за залежністю, що враховує мумарний коефіцієнт опору гідросистеми сифону

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{1 + \sum \xi_o + \xi_l}}, \quad (5.2)$$

де $\sum \xi_o$ - сума коефіцієнтів місцевого опору (вхід у трубу з гострими краями - 0,5, вихід - 1,0, сміттеутримуюча решітка - 0,5);

ξ_l - коефіцієнт опору по довжині труби,

Для сталеві труби діаметром 300 мм коефіцієнт опору Дарсі дорівнює $\lambda = 0,028$ [8]. Тоді $\xi_l = 0,028 \cdot 20 / 0,3 = 1,87$

З конструкції сифону (рис.5.1) бачимо, що відмітка осі сифону в нижньому б'єфі дорівнює 77,35 м. Відмітка вхідного оголовку сифону дорівнює 79,5. Максимальний форсований напір прийнятий ФПГ=81,2 м.

Отже максимальний напір на сифоні може бути $81,2 - 77,35 = 3,85$ м.

Маємо коефіцієнт опору

$$\mu = 1 / (1 + 0,5 + 1,0 + 0,5 + 1,87)^{0,5} = 0,45.$$

і максимальну пропускну спроможність (витрату)

$$Q = 0,45 \cdot 0,071 \cdot (19,62 \cdot 3,85)^{0,5} = 0,28 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Робимо аналіз пропускної спроможності існуючого сифону порівнюючи її з зарегульованою витратою весніної повені та дощового паводку (див. табл. 3.2). Бачимо, що наявний водоскид не спроможний пропустити витрати забезпеченістю 5% і вище, і тому не відповідає

нормативним вимогам пропуску максимальних витрат на водоскидами класу наслідків СС1.

5.2 Обґрунтування необхідних конструктивних параметрів водоскидної споруди

Як доведено в п.5.1, існуюча водоскидна споруда сифонного типу діаметром труби 300 мм при відомій її конфігурації спроможна скинути в нижній б'єф до 0,3 м³/с. При обґрунтуванні максимальних скидних витрат (див. розділ 3) було доведено, що зарегульована витрата 5%-вої забезпеченості складе 1,84 м³/с. Очевидно існуюча споруда не впорається з витратою нормативної забезпеченості.

Тому проектом передбачаємо переулаштування сифонного водоскиду на водоспуск і створення на лівому березі ковшового водоскиду, тобто раціональним варіантом буде роздільна компоновка водоскиду та водоспуску.

При виборі типу та компоновки водоскидних споруд важливим є знайти такий оптимальний варіант, який би дав мінімальні затрати на будівництво та експлуатацію на протязі нормативного амортизаційного строку і при цьому виконав свої задачі в розрізі настання найбільших ймовірних максимальних витрат весняного водопілля відповідно до класу споруди та регіональних особливостей формування стоку.

При визначенні конструктивних розмірів водоскиду необхідно врахувати, щоб при сумісній роботі водоскиду та водоспуску і критичних рівнях в ВБ їх пропускна здатність була не менше зарегульованої витрати 1%-вої забезпеченості, тобто 4,06 м³/с.

5.3 Гідравлічний розрахунок проектного водоскиду та водоспуску

Гідравлічним розрахунком необхідно обґрунтувати конструктивні розміри сифонного водоскиду: діаметр та довжину водовідвідної труби, параметри гасника енергії в нижньому б'єфі.

Вихідними даними є максимальна витрата весняної повені (5%) з врахуванням трансформації її ставок річки q_{mp} , розрахунковий напір на водозлив дорівнює різниці рівнів в б'єфах.

Для розрахунку довжини водозливного фронту (периметра) вхідної частини ковшового водоскиду застосовується формула

$$b = \frac{Q_r}{m \cdot \sqrt{2g} \cdot H^{3/2}}, \quad (5.3)$$

де Q_r - розрахункова зарегульована витрата, м³/с;

m - коефіцієнт витрати водосливу;

H - напір на водозлив, м.

Напір на водозлив H при пропусканні максимального розрахункового паводку знаходять за залежністю

$$H = \nabla\Phi\Pi\Pi - \nabla\Pi\Pi\Pi = 81,2 - 80,2 = 1,0 \text{ м.} \quad (5.4)$$

Коефіцієнт витрати водосливу прийmemo 0,4 з врахуванням запасу на нерівності поверхні та влаштування сміттєутримуючої решітки.

Периметр водозливного фронту ковша при таких умовах рівний $b = 1,84 / (0,4 * (19,62)^{0,5} * 1,0^{1,5}) = 1$ м.

Проте такої ширини буде замало так як відбудеться самопідтоплення вхідного оголовка (співвідношення $b/H < 8 \div 10$. Отже прийmemo $b = 8$, а форму входу в плані – квадратною з внутрішнім розміром 2 на 2 м.

Розрахунок пропускної спроможності, а відповідно і діаметра відвідної труби сифонного водоскиду, проводиться підбором за формулою (5.1) та (5.2) витрати через короткі незатоплені труби

Прийнявши розмір відповідної труби ковшового водоскиду 0,8 м, напір між б'єфами – різницю рівнів води (ФПГ- РВНБ=80,00-75,5=4,5 м), маємо коефіцієнт опору

$$\mu = 1/(1+0,5+1,0+0,5+0,025 \cdot 45/0,8)^{0,5} = 0,47 \text{ і витрату}$$

$$Q = 0,47 \cdot 0,5 \cdot (19,62 \cdot 4,5)^{0,5} = 2,2 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Таким чином така труба ковшового водоскиду забезпечать пропуск 5% (1,84 м³/с, див. п.3.4) витрати повені з запасом та дещо менше аналогічної витрати дощового паводку (2,5 м³/с, див. табл. 3.2).

Довжина відповідної труби визначена планом і становить 45 м. Її діаметр підбиремо з ф-ли (5.1).

Прийнявши діаметр труби водоспуску 600 мм, довжину у відповідності до креслення (див. лист 7) - 58 м, а напір між б'єфами ФПГ-РНБ-0,5=81,2-76-0,5=4,7 м, маємо:

$$\mu = 1/(1+0,5+1,0+0,03 \cdot 58/0,6)^{0,5} = 0,42;$$

$$Q = 0,42 \cdot 0,28 \cdot (19,62 \cdot 4,7)^{0,5} = 0,5 \text{ м}^3/\text{с} \text{ – це витрата водоспуску.}$$

Прийнявши діаметр труби водоскиду 1,0 м, довжину у відповідності до креслення – 45 м (див. лист 7) а напір між б'єфами 4,7 м, маємо

$$\mu = 1/(1+0,5+1,0+0,025 \cdot 45/1,0)^{0,5} = 0,52;$$

$$Q = 0,52 \cdot 0,785 \cdot (19,62 \cdot 4,7)^{0,5} = 3,92 \text{ м}^3/\text{с},$$

Отже сумарна витрата водоскиду і водоспуску складе 0,5+3,92=4,42 м³/с, що задовольняє пропуску максимальної зарегульованої витрати весняної повені для перевірконої 1%-вої забезпеченості (4,1 м³/с, див. табл.3.2).

Кінцевий варіант компоновки на греблі пропонуємо такий:

- водоскид ковшовий, діаметр труби 1 м;
- водоспуск донний, діаметр труби – 600 мм.

Важливо. Ймовірно при утворенні на водозборі дощового паводку 2%-вої і вище забезпеченості, ставок буде переповнений та вода польється через гребінь греблі і може його розмити.

Тому варіант аварійного водоскиду по типу скидної канави може бути найбільш ефективний в цьому разі.

5.3. Конструкція водоскидної споруди

Ковшовий тип водоскиду являє собою автоматично працюючу споруду, яка скидає воду з верхнього в нижній б'єф через трубу, що . Він складається з трьох частин: вхідної у вигляді залізобетонного ковша (див. лист 4), транзитної – залізобетонна труба, вихідної – гасник надлишкової енергії потоку (рис. 5.2). Всі елементи водоскиду виконується із залізобетонних та бетонних конструкцій, простий в експлуатації.

Шахту водоскиду влаштовують із монолітного залізобетону. В проекті приймаємо квадратну зі стороною грані 2 м. Шахта стоїть на масивному фундаменті, що запобігає зважуванню шахти Архімедовою силою при відсутності води в ній (лист 4).

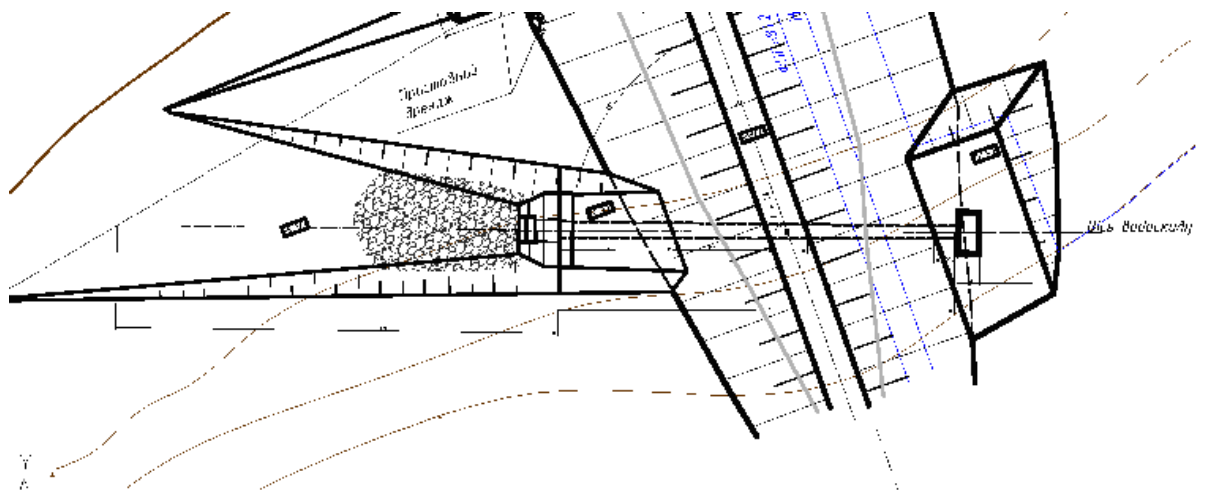


Рисунок 5.2. Компонівка ковшового водоскиду в складі гідровузла

Товщина стінки шахти прийнята 20-30 см чого достатньо для забезпечення міцності та протидіяти гідростатичному тиску води. Водозливна грань розташована на відмітці НПГ=80,2 м. Оголовок шахти обладнаний сміттєутримуючою решіткою та оглядовим мостиком.

Транзитну частину водоскиду споруджено із стандартних залізобетонних труб діаметром 1,0 м. Її розташовуємо під кутом 70° до вісі греблі для забезпечення мінімального об'єму робіт з будівництва при оптимальній довжині водоскидної труби. Вихідну частину труби водоскиду розташовуємо в водобійному колодязі. Транзитну частину водоскиду обладнано залізобетонними діафрагмами для зменшення фільтрації вздовж труби та запобігання фільтраційних деформацій. Їх в проекті прийнято 3 шт (див. лист 4). Кінець труби вмонтований в бетонний оголовок, що переходить у гасник енергії в вигляді закріпленого плитами котловану з водобійною стінкою.

5.4. Конструкція донного водовипуску

При влаштуванні сифонного типу водоскиду водоспуск влаштовують окремо.

Донний водовипуск влаштовуємо із залізобетонних труб в одну нитку діаметром 600 мм та довжиною 58 м. Вхідний оголовок виконуємо з монолітного бетону. Він обладнаний сміттєзатримуючою решіткою. Відмітка гребня оголовка встановлена нижче горизонту мертвого об'єму, оскільки відмітка останнього продиктована дотриманням мінімальної середньої глибини в ставку і прийнята на рівні 78,00 м.

Для регулювання роботи водовипуску передбачається встановлення чавунної засувки в кінці труби, яка знаходиться в оглядовому колодязі (рисунок 5.3).

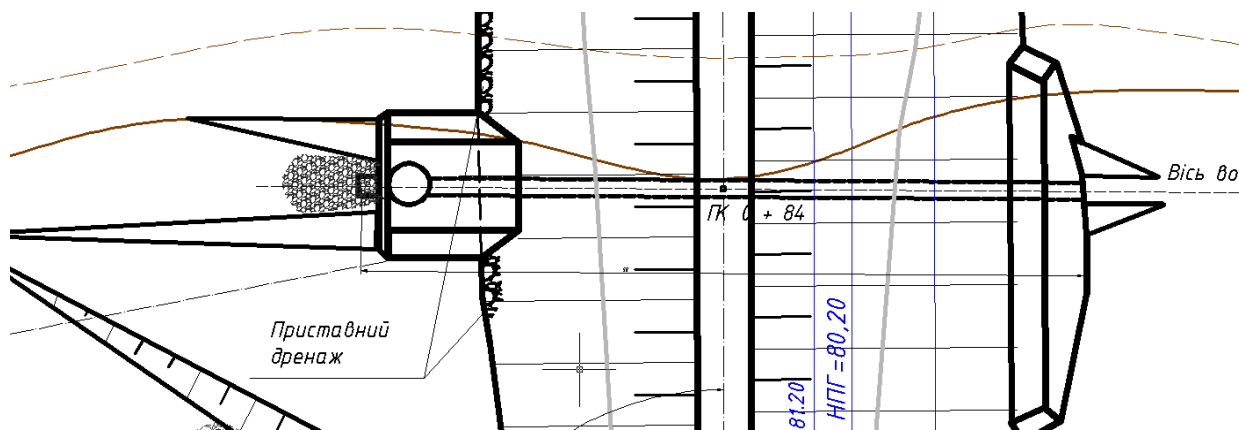


Рисунок 5.3. Компонівка донного водоспуску в складі гідровузла

Конструктивні особливості донного водовипуску відображені на аркуші 4.

5.5 Обґрунтування конструкції водоскидної каналу та її гідравлічний розрахунок

Особливістю роботи водоскидної каналу є те, що вона працює як аварійний водоскид. Скидання води через каналу розпочинається тільки у

надзвичайній ситуації, коли рівні води майже досягнуть форсованого підпірного горизонту ФПГ. Конкретне значення відмітки гребневої частини каналу необхідно встановити гідравлічними розрахунками при сумісній роботі каналу та існуючого сифонного водоскиду. При цьому розрахункова схема до гідравлічного розрахунку та визначені конструктивні розміри каналу показані на рис. 5.4

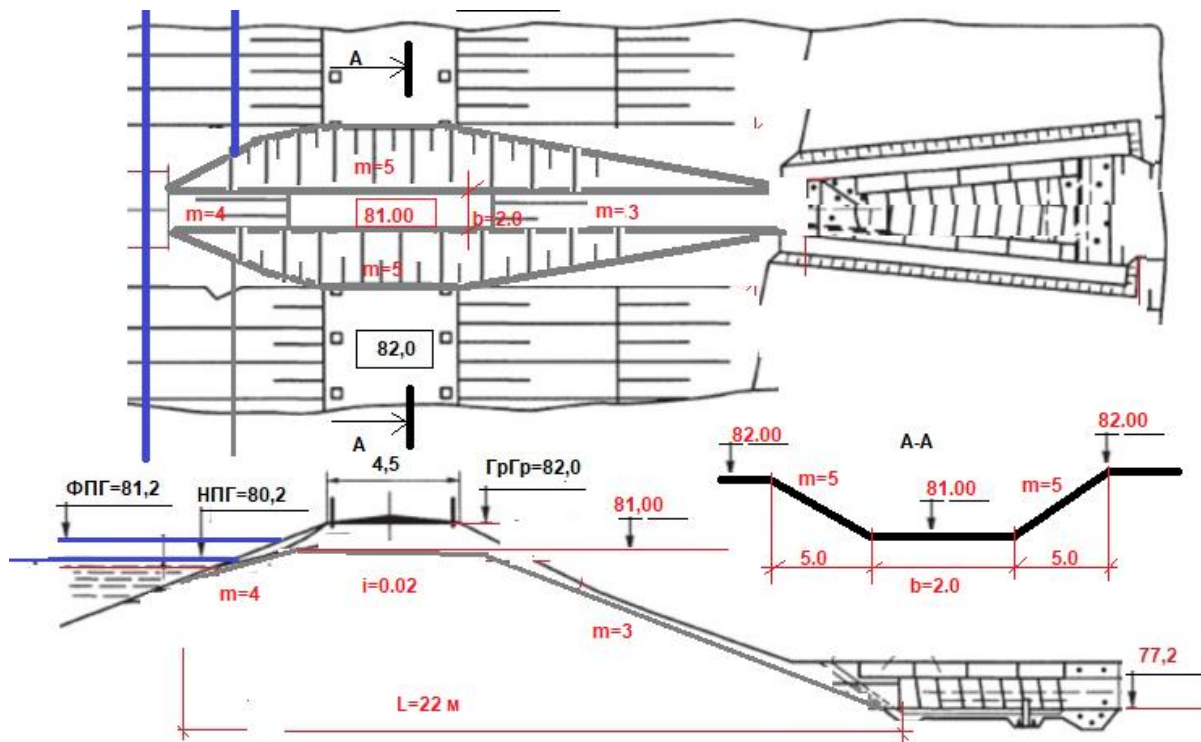


Рисунок 5.4 – Конструктивні розміри аварійної водоскидної каналу

Гідравлічний розрахунок аварійної водоскидної каналу необхідно провести як для каналу за умови рівномірного руху рідини .

В якості вихідних даних приймемо похил дна верхньої частини каналу, який приймемо $i=0,02$.

Необхідність кріплення каналу бутовим камінням на піщано-гравійній основі визначає значення коефіцієнта шорсткості русла $n=0,03$ [8].

Задача гідравлічного розрахунку полягає в підборі значення ширини каналу по дну b та відмітки найвищої її частини на гребні за умови пропуску максимальної витрати для перевірконого (аварійного) випадку експлуатації.

За максимальну витрату 1%-вої забезпеченості приймаємо витрату дощового паводку, яка дорівнює $8,7 \text{ м}^3/\text{с}$ (див. табл.3.2).

Методом ітерацій в MS Excel вирішена дана задача.

Оптимальним є значення ширини каналу по дні $b=2\text{м}$, коефіцієнт закладення укосу каналу на проїжджій частині прийнятий $m=5$. Відмітку вершини на дні каналу встановили на рівні $81,00 \text{ м}$, що на $0,2 \text{ м}$ нижче ФПГ. Тобто канал розпочне працювати при рівні води в ставку $81,00+ \text{ м}$.

Результати гідравлічного розрахунку наведені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Результати гідравлічного розрахунку аварійної водоскидної каналу

Відмітка рівня води в ставку, м	Глибина води в каналі, м	Площа живого перерізу каналу, м ²	Змочений периметр, м	Гідравлічний радіус, м	Коефіцієнт Шезі, м ^{0,5} /с	Витрата, м ³ /с
81	0	0	2	0	0	0
81,1	0,1	0,25	3,01	0,08	22,7	0,22
81,2	0,2	0,6	4,04	0,15	24,	0,79
81,4	0,4	1,6	6,08	0,26	26,706	3,10
81,6	0,6	3	8,12	0,37	28,2	7,28
81,8	0,8	4,8	10,2	0,47	29,4	13,73
82	1	7	12,2	0,57	30,4	22,8

Графічним способом визначили в максимальну глибину в каналі та відповідну їй відмітку в ставку за умови пропуску максимальної перевіркової (аварійної) витрати дощового паводку 1%-вої забезпеченості (рис.5.5).

Отже максимальна глибина буде становити $0,65 \text{ м}$, а відмітка відповідно $81,65 \text{ м}$.

Тобто рівень води до гребня греблі не дійде на $0,35 \text{ м}$, що достатньо для безпечної експлуатації її. Перевірку цього необхідно провести шляхом проведення розрахунку стійкості низового укосу греблі.

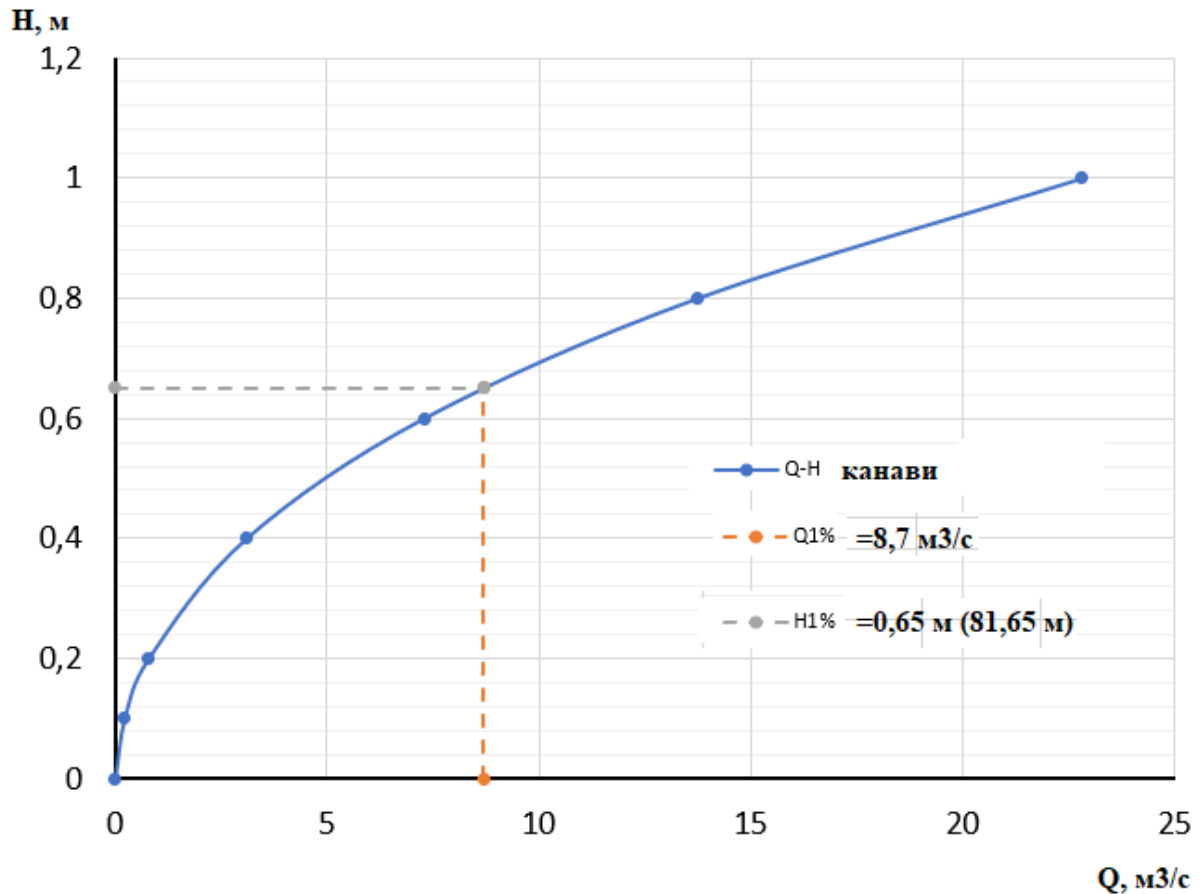


Рисунок 5.5 – Крива пропускної здатності аварійної водоскидної каналі

5.6 Розрахунок стійкості низового укосу греблі

При настанні надзвичайної ситуації у випадку пропуску максимальних витрат, обов'язковим є розрахунок стійкості укосів. В роботі розрахунок стійкості низового укосу земляної греблі проведений методом круглоциліндричних поверхонь. У цьому випадку передбачається, що в ґрунті тіла і підвалини греблі може утворитися небезпечна круглоциліндрична поверхня ковзання під дією сил ваги ґрунту укосу, у зв'язку з чим відбудеться сповзання ґрунту укосу, з'являються фільтраційні деформації.

Методика проведення розрахунку наведена в [15]. В роботі наведено основні положення.

При розрахунку стійкості укосу використана програма MS Excel автоматизованого розрахунку стійкості укосів «Откос», розроблена керівником кваліфікаційної роботи, доцентом Коваленко В.В.

Перевірка стійкості укосу зводиться до визначення коефіцієнта стійкості, що дорівнює відношенню моменту утримуючих сил до моменту сил, що зрушують, і визначається за формулою

$$k_s = \frac{R}{F} \geq \frac{\gamma_n \cdot \gamma_{fc}}{\gamma_c}, \quad (5.5)$$

де R - момент сил несучої спроможності;

F - момент активних сил відносно осі поверхні зсуву;

γ_n - коефіцієнт відповідальності споруди;

γ_{fc} - коефіцієнт сполучення навантажень;

Для всього масиву відповідно до формули (5.5) сили і моменти, що діють на окремі відсіки підсумовуються і коефіцієнт стійкості укосу може бути знайдений за формулою

$$k_s = \frac{\sum G_n \cdot \cos \alpha_n - W_f \cdot \text{tg} \varphi_i + \sum c_i \cdot li + W_o \cdot r / R}{\sum G_n \cdot \sin \alpha_n}, \quad (5.6)$$

Складові формули описані в методі [15].

На рис.5.6 наведений кінцевий варіант вибору круглоциліндричної поверхні ковзання для греблі на б. Попова.

№ блока	SinA	CosA	h'	dHнб	h''	h'''	G	G*SinA	G*CosA	Wf	tgFi	(G*CosA- Wf)*tgFi	C	L	C*L
0	0,00	1,00			1,38	0,57	2,04		2,04	1,00	0,268	0,28	2,60	0,51	1,34
-1	-0,05	1,00			1,18	0,56	1,82	-0,08	1,82	0,89	0,268	0,25	2,60	0,51	1,34
-2	-0,09	1,00			0,97	0,52	1,57	-0,14	1,56	0,77	0,268	0,21	2,60	0,52	1,34
-3	-0,14	0,99			0,77	0,46	1,29	-0,18	1,28	0,64	0,268	0,17	2,60	0,52	1,35
-4	-0,18	0,98			0,56	0,37	0,98	-0,18	0,97	0,49	0,268	0,13	2,60	0,52	1,36
-5	-0,23	0,97			0,36	0,26	0,65	-0,15	0,63	0,32	0,268	0,08	2,60	0,53	1,37
-6	-0,27	0,96		0,15	0,15	0,12	0,36	-0,10	0,35	0,14	0,268	0,05	2,60	0,53	1,39
-7	-0,32	0,95		0,25			0,13	-0,04	0,12		0,424	0,05		0,54	
-8	-0,36	0,93		0,06			0,03	-0,01	0,03		0,424	0,01		0,55	
						Куст (1й)	Куст (2й)								
	Сумма					2,54	2,60	13,58	все блоки			6,72			27,73

Коефіцієнт стійкості $K_{ст}=2,54$, що більше нормативного його значення. А це означає, що низовий укіс стійкий.

6 ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄМІВ РОБІТ З БУДІВНИЦТВА АВАРІЙНОГО ВОДОСКИДУ

6.1 Елементи конструкції аварійного водоскиду та основні будівельні процеси

Конструктивними елементами аварійного водоскиду (див. рис.5.4) є:

- Вхідний оголовок, що являє собою ділянку каналу зі зворотній похилом розтрубної конструкції зі звуженням по ходу руху води, закріплений нерозмиваючими матеріалами, розмір та тип матеріалу визначають максимальні швидкості на гребні водозливу аварійного водоскиду;

- Гребінь водозливу, що представляє собою проїзджу частину дороги з ломаним профілем з максимальною відміткою зі сторони верхнього б'єфу, поздовжній похил прийнятий 0,02;

- Лоток швидкотоку, яким влаштовується на низовому укосі греблі в виїмці, закріплений нерозмиваючими матеріалами ;

- Пристрої нижнього б'єфу, до складу яких входить розтрубна конструкція гасника енергії водобійна стінка з бутового каменю, відкрилки для сполучення з відвідним руслом в нижньому б'єфі.

До основних будівельних процесів включені:

- Розбивочні роботи (перенесення проекту в натуру);

- Створення котловану в тілі греблі для влаштування аварійного водоскиду;

- Ущільнення тіла греблі в котловані;

- Влаштування підготовчого шару гравійно-піщаної основи в котловані;

- Асфальто-бетонні роботи при влаштування проїжджої частини на гребні греблі;

- Укладка бутового каменю вхідного оголовка та швидкотоку водоскиду;
- Влаштування пристроїв нижнього б'єфу (гасника енергії)

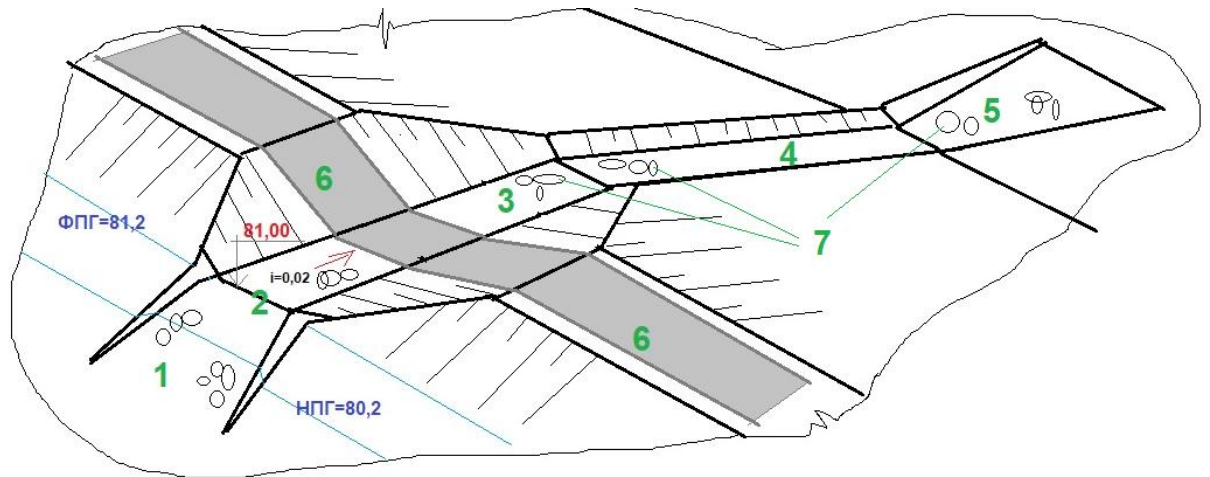


Рисунок 6.1 – Схематичне зображення аварійного водоскиду-канави:

1 – вхідний оголовок каналу, 2 – гребінь (найвища точка), 3 – відвідний канал каналу з похилом $i=0,02$, 4 – швидкоток, 5 – гасник енергії, 6 – тверде покриття автомобільної дороги, 7 – кріплення: бутовий камінь, бетонний опоясок

На всі ці складові аварійного водоскиду та будівельні процеси розрахуємо об'єми робіт.

6.2 Розрахунок об'ємів земляних та монтажних робіт

1. Об'єм котловану під аварійний водоскид визначимо за характерними перерізами: на гребні, на швидкотоці, в гаснику енергії.

На гребні – це складна призма (див. рис.5.4 та 6.1) . Об'єм її визначаємо розбиваючи на елементарні геометричні фігури : паралелепіпед, прямокутна призма, трикутна призма. На швидкотоці – це трапецієвидне русло: глибина виїмки 1 м, закладення укосів 1:2, довжиною 7 м. Гасник енергії – це котлован шириною 4 м, довжиною 7 м та глибиною 0,5-0,7 м.

2. Об'єм кам'яного накиду захисного покриття вхідного оголовку, відвідного каналу, швидкотоку та гасника енергії визначає розрахункова крупність бутового каменю та шар укладки. Діаметр каменів 0,05-0,2 м, товщина шару – три діаметри.

3. Об'єм оголовку відвідного каналу визначається розмірами останнього : шириною (2 м по основі), довжиною кріплення по 2м в сторону від гребня, товщиною укладки (0,25 м).

4. Об'єм асфальтобетонних робіт визначається площею дорожнього покриття ділянки дороги, що примикає до аварійного водоскиду.

Розрахунки об'єму робіт та матеріалів наведені в табл.6.1.

Таблиця 6.1 - Розрахунок об'єму робіт

Вид робіт	Об'єкт	Об'єм м, м ³	При м.
Земляні	Вхідний оголовок	5	
	Призма відвідного каналу	126	
	Швидкоток	16	
	Гасник енергії	20	
	Всього	167	
Кам'яні	Кам'яний накид	11	
Бетонні	Опоясок оголовка	2	
	Гасник енергії	5	
	Всього	7	
Асфальтні	Дорога	10	

При розрахунку об'ємів земляних робіт враховують об'єми розробки ґрунту в котлованах вручну і прийняті відповідно в кількості 3% від загального об'єму розробки ґрунту [20].

В нашому випадку це 5 м³.

Відомість земляних та монтажних робіт по будівництву аварійної водоскидної канами наведено в табл. 6.2.

Таблиця 6.2 - Відомість земляних та монтажних робіт по будівництву аварійної водоскидної каналу

Найменування будівельного процесу	Одиниця виміру	Кількість
Розробка ґрунту всього, в т.ч. -екскаватором - вручну	м ³	1
	м ³	67
	м ³	1
		62
		5
Планування профілю котловану аварійного водоскиду	м ²	2
		02
Монтаж опояска оголовка відвідного каналу	м ³	2
Монтаж гасника енергії в нижньому б'єфі	м ³	5
Укладка кам'яного накиду по водозливному фронту	м ³	1
		1
Укладка асфальто-бетонного покриття дороги	м ²	2
		00

6.3 Розрахунок тривалості будівництва

Будівельні роботи не мають складної технології та відносяться до нескладних об'єктів.

Термін будівництва визначимо згідно ДСТУ Б А.3.1-22:2013 [33]. Проте при відсутності в цьому документі даних, рекомендовано [33, п.4.2.12] тривалість визначати за [50].

Розрахунковий метод визначення тривалості будівництва об'єктів ґрунтується на функціональній залежності її від вартості будівельно-монтажних робіт.

Відповідно до [50] для основних галузей народного господарства ця залежність виражається як функції:

$$T_{\text{н}} = A_1 \sqrt{C} + A_2 C; \quad (6.1)$$

де C - об'єм будівельно-монтажних робіт, млн. грн (в цінах, діючих в 1984 р.);

A_1, A_2 - параметри рівняння, які за даними статистики [50] дорівнюють $A_1=22,2$, $A_2=-5,0$

Вартість робіт в цінах 1984 р. склала 0,034 млн.грн.

Тоді $T_n=22,2(0,034)^{0,5}-5(0,034)= 4,7$ місяця.

Отже тривалість будівництва складе 5 місяців, у тому числі підготовчий період – 15 днів.

Введення об'єкта в експлуатацію, згідно ДСТУ Б А.3.1-22:2013 передбачається одним пусковим комплексом.

В районі будівництва достатньо розвинена мережа автомобільних доріг. Промисловість, що забезпечує будівництво матеріалами, зосереджена в містах Дніпро, Нікополь, ін.

Усі земельні роботи механізовані. Основні об'єми робіт приведені на кресленнях.

Основні землерийні механізми, прийняті в проекті:

- екскаватор зворотна лопата ємністю ковша $0,5 \text{ м}^3$;
- бульдозер на тракторі Т- 100;
- самоскид на базі Камаз;
- підйомний кран на базі КрАЗ.

Котловани під споруди виконуються екскаватором зворотна лопата.

Укладка бутового каменю – теж екскаватором зворотна лопата з розрівнюванням бульдозером на тракторі Т-100.

Бетонні роботи проводять в опалубці та через монтаж стандартних з/б виробів ведеться вручну та автокраном.

Планувальні роботи по трасі водогону виконуються бульдозером.

При здійсненні контролю якості будівництва гідротехнічних споруд слід перевіряти, чи відповідають проекту і нормативним документам.

6.4 Визначення кошторисної вартості будівництва

Кошторисна вартість будівництва визначена за нормативами питомих капітальних вкладень, які розраховані на одиницю будівельних робіт. Ці нормативи служать для визначення загального об'єму капітальних вкладень.

Нормативи враховують весь комплекс робіт, що передбачений зведеним кошторисом проекту на водогосподарське будівництво з врахуванням особливостей об'єкту [41].

До складу розрахунків нормативів включена наступна структура затрат (%): організація будівельного процесу – 13; основні будівельні об'єкти за всіма ГТС – 67; інфраструктура та об'єкти експлуатації – 20.

Укрупнена вартість будівництва зрошувальної системи, в моєму випадку, складається з вартості робіт підготовчого періоду та вартості основних будівельних об'єктів (за видами робіт). Вартість будівництва аварійного водоскиду визначаємо за формулою:

$$C_v = C_{п.п} + C_o + C_i, \quad (6.2)$$

де: C_v - вартість будівництва аварійного водоскиду;

$C_{п.п}$ - вартість робіт підготовчого періоду;

C_o - вартість будівництва основних об'єктів;

C_i – вартість будівництва об'єктів інфраструктури.

Вартість будівництва основних об'єктів можливо розділити за видами робіт, а саме:

Земляні роботи по створенню котловану, рекомендовано прийняти 120-140 грн./м³ [41]. Це відповідно складе : 21,7 тис.грн;

Укладка кам'яного накиду на водопропускний тракт водоскиду рекомендовано прийняти 6200 грн./м³. Це відповідно складе : 68,2 тис.грн;

Бетонні роботи по влаштуванню опояску водопровідної каналу та влаштуванню гасника енергії рекомендовано прийняти 6750 грн./м³. Це відповідно складе: 47,3 тис.грн;

Влаштування дорожнього полотна 7200 грн/м.п. Це відповідно складе: 288 тис.грн.

Вартість робіт підготовчого періоду приймемо 34 тис.грн, що складе 8% [20] вартості основних об'єктів будівництва.

Таким чином, кошторисна вартість (зведений кошторис) реалізації проекту влаштування аварійного водоскиду – каналу за укрупненими нормами складе

$$C_{в}=34+137+288=459 \text{ тис.грн.}$$

Вартість об'єктного кошторису будівництва водоскиду аварійного складе 69,5% від зведеного [20], або 319 тис.грн.

Визначені вище вартісні показники можуть бути використані як орієнтовні на етапі розробки передпроектної документації.

7 ОЦІНКА ВПЛИВУ ОБЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

Відповідно до ДВН А.2.2-1-2003 [22] “Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд” метою ОВНС “є визначення доцільності ... створення ... водних об’єктів, і обґрунтування ... заходів забезпечення безпеки навколишнього середовища. Матеріали ОВНС ... повинні всебічно характеризувати результати оцінки впливів на природне, соціальне, техногенне середовище ...” .

Основні завдання ОВНС, відповідно до чинних норм [22], щодо об’єкту проектування, можна є: “характеристика існуючого стану об’єкту, розгляд екологічних, соціальних і техногенних факторів, та обґрунтування переваг запропонованого варіанту; визначення переліку небезпечних впливів; визначення масштабів впливів на навколишнє середовище; прогноз змін стану навколишнього середовища”, та інші.

Як правило, не виключенням є і дана робота, при оцінці впливів виділяються такі його компоненти:

- клімат і мікроклімат;
- повітряне середовище;
- геологічне середовище;
- водне середовище;
- грунти.

7.1 Оцінка впливу на поверхневі води

Основним об'єктом, на який здійснює вплив гідровузол на б. Попова, є нижній б'єф балки з прилеглими до нього садибами жителів смт. Солоне.

Довжина балки в межах розглянутого водозбору до розрахункового створу становить близько 9 км, площу водозбору ставка становить 24 км². Ставок створений гідровузлом має загальний об'єм 0,383 млн. куб.м. з можливістю створення регулюючого об'єму до 0,6 млн. м³.

Середньобагаторічний стік складає 0,4 млн. м³/рік, в посушливий рік 90 % забезпеченості – 6 тис.м³/рік (див. гідрологічні розрахунки водозбору, п. 2.1).

Масштаб впливу: - нижня частина балки, ставок на площі 11 га, відмітка НПГ=80,20 м, ФПГ=81,2 м.

Інтенсивність впливу: - утворення сумарної ємності ставка до 0,4 млн. м³; та об'єму регулюючого (до відмітки 81,20 м) - 0,6 млн. м³.

Динамічність впливу: - під час проходження весняних повінь та інтенсивних дощових паводків.

Тривалість впливу: - на весь період експлуатації.

7.2 Визначення впливів на підземні води

Ставок знаходиться в 0,5 км від гирла балки, поблизу (південніше) смт. Солоне тому необхідно визначити ступінь впливу підняття ґрунтових вод на господарювання в заплаві частині балки. При повному наповненні ставка рівні води в верхньому б'єфі піднімуться з відмітки 75 м до відмітки НПГ=81,20 м, що не значно вплине на перші від поверхні горизонти ґрунтових вод сучасних алювіальних відкладень днища балки і верхніх четвертинних еолово-делювіальних відкладень схилів балки.

Масштаб впливу: - схили ставка та нижній б'єф греблі, що може підтоплюватись фільтраційними водами ставка; довжина ставка до 1,2 км, підйом рівнів ґрунтових вод по берегам ставка до відмітки 80 м.

Інтенсивність впливу: - підйом рівнів ґрунтових вод в бортах ставка від 1 – 2 м в центральній частині його до 2-3 м в нижній його частині;

Динамічність впливу: - постійна.

Тривалість впливу: - на весь період експлуатації.

7.3 Оцінка впливу на геологічне середовище

За даними гідрогеолого-меліоративних зйомок похил дзеркала ґрунтових вод поблизу об'єкта проектування невеликий (досягає 0,012), що обумовлено рельєфом місцевості. Це обумовлює помірно інтенсивний підземний стік. Гідрогеологічні умови території водозбору достатньо різноманітні. При заповненні ставка до НППГ прогнозується підйом РГВ в нижньому б'єфі до зони розвантаження фільтраційного потоку – на відстань до 500 м від греблі (до гирла). Постійні втрати води на фільтрацію із ставка не перевищать 10-12% на рік від об'єму його.

Масштаб впливу: - при створенні ставка затоплені землі на площі 11 га, водонасичення ґрунтів в бортах балки та в нижньому б'єфі.

Інтенсивність впливу: - постійна.

Динамічність впливу: - постійна.

Тривалість впливу: - постійна.

7.4 Оцінка впливу на ґрунти та рослинний світ

Загальна площа ґрунтів на які будуть здійснені впливи об'єктом проектування при наповненні до ФПГ складе 20 га. Площа затоплення при НППГ – 18 га. В нижньому б'єфі можливе створення незначних заболочених зон в межах тальвегу балки до її гирла.

В зоні затоплення ґрунти лугові, практична агрономічна цінність мала і тому їх видалення не потрібне.

Рослинний світ ділянки балки, де передбачено будівництво водойми, представлений типовими представниками заплавної частин балок південно-степової зони України. Рідкісних і зникаючих рослин на території прилеглої до ставка немає.

Масштаб впливу: - загальна площа впливу від ставка може скласти 30-35 га, включаючи виділення прибережних захисних смуг.

Інтенсивність впливу: - постійна.

Динамічність впливу: - постійна.

Тривалість впливу: - постійна.

ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

Дипломна робота присвячений питанням пов'язаним з обґрунтуванням типу та конструктивних розмірів водоскидних споруд у складі ґрунтової греблі на балці Попова поблизу смт. Солоне.

Основні висновки викладені у відповідності до завдання на дипломну роботу та являють собою короткий аналіз проведених інженерних розрахунків з основними кількісними показниками і якісними характеристиками проекту.

1. На підставі опрацювання довідникової літератури по клімату, агрофізичних властивостей ґрунтів, фізико-географічного районування території водозбору балки Попова, даних інженерних вишукувань з питань гідрогеології викладені природні умови району гідровузла, як *об'єкту* та *предмету* наших досліджень.

Аналіз природно-кліматичних умов дозволив надати об'єктивну оцінку при визначенні характеристик стоку з водозбору для розрахункового створу в низов'ї балки.

2. В проекті представлено обґрунтування конструктивних параметрів водоскидних споруд на різні випадки формування максимальних витрат повені.

3. Гідрологічними розрахунками встановлені основні характеристики річного та максимального стоку з водозбору річки, що наведені в паспорті проекту.

4. Водогосподарськими розрахунками встановлені: об'єм ставка: повний – 383 тис. м³; корисний - 270 тис. м³; мертвий – 113 тис. м³, регулюючий – 590 тис. м³. Відмітка нормального підпертого горизонту становить 80,2 м, форсованого – 81,20 м, мертвого – 78 м.

5. Запропонований варіант компоновки греблі водоскидною та водоспускною спорудами, а саме : 1й варіант - водоскид ковшового типу, водоспуск – донний; 2й варіант - аварійний водоскид-канава . Їх конструктивні особливості та розміри наведені в графічній частині проекту. Рекомендований 2й варіант, як значно дешевший та реальний, що не потребує опорожнення ставка.

6. Проведені гідравлічні розрахунки водоскидів для обґрунтування їх конструктивних розмірів.

7. Оцінений вплив об'єкту на навколишнє середовище..

8. Всі розрахунки обґрунтовані методично вірно. Результати представлені на кресленнях (додаток):

9. При проведенні інженерних розрахунків та обробки картографічної продукції використані безкоштовні картографічні сервіси Google Earth Pro, USGS. Обробка географічних даних та створення нової картографічної продукції виконано в ГІС з відкритим кодом QGIS.

Отже, наведені в дипломній роботі висновки доводять, що *мета* роботи досягнута.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Google Earth Pro. Google Планета Земля.
2. QGIS. ГІС з відкритим кодом. URL: <https://www.qgis.org/>
3. USGS. Пошукова система Землі / глобальна база геоданих супутникових знімків та ДЗЗ. URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/>
4. Агрокарта посевных площадей / Пшеница. Агрокарта посевных площадей 2017. Верхнеднепровский район. Днепропетровская область [карта] (назва з екрану). URL: <http://pshenica.4sg.com.ua/ru/agromap2017.php?r=272>
5. Альбом карт к СНиП 2.06.03-14-1983./ Днепропетровский гос. аграрный ун-т. Днепропетровск : ДГАУ, 1997. 38 с.
6. Атлас “Климат и водные ресурсы Украины” / Липинский В.Н., Осадчий В.И., Шестопалов В.М. та інш. URL: https://uhmi.org.ua/conf/climate_changes/presentation_pdf/plenary_session/Lipinskiy_et_al.pdf
7. Атлас почв Украинской ССР / под ред. Н.К. Крупского и Н.И. Полулана. Київ : Урожай, 1979. 159 с.
8. Большаков В.А. Справочник по гидравлике. Киев : Вища школа, 1984. 343с.
9. Вишневський В.І. Річки і водойми України. Стан і використання. Київ.: Віпол, 2000. 376 с.
10. Вишневський П.Ф. Зливи та зливовий стік. Київ, Наукова думка, 1964, 291 с.
11. 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
12. Водний кодекс України / Верхована Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення: 16.05.2023).

13. Географічна енциклопедія України. В 3 т. / під. ред. О.М.Маринич. – Київ.: Укр. енциклопедія ім. М.П.Бажана, 1989 - 1994.
14. Геологічні ті гідрогеологічні умови Дніпропетровської області.
URL: www.geograf.com.ua/library.
15. Гидротехнические сооружения : учебник для вузов / Н.П. Розанов, Я.В. Бочкарев, В.С. Лапшенков и др.; Агропромиздат, 1985. 432 с.
URL: <http://science.totalarch.com/book/0124.rar> (звернення 25.09.2018).
16. Гидротехнические сооружения. Справочник проектировщика / под ред. В.П. Недриги. Стройиздат, 1983. 543 с.
17. Гідротехнічні споруди : підручник / за ред. А.Ф. Дмитрієва. Рівне : Вид-во РДТУ, 1999. 326 с.
18. Горб А.С. Клімат Дніпропетровської області: моногр. Дніпро : Вид-во ДНУ, 2006. 204 с.
19. Гордійчук А.С., Стахів О.А. Економіка водного господарства : навч. посібник. Рівне: РДТУ, 2000. 160.
20. Гришко Г.М., Любченко В.В. Методичні рекомендації для проведення практичних занять з дисципліни «Організація і технологія будівельних робіт» для студентів факультету водогосподарської інженерії та екології денної (заочної) форми навчання за напрямом підготовки 6.060103 «Гідротехніка (водні ресурси)». Дніпро: ДДАЕУ, 2018. 57 с.
21. Гуденко В.М. Технологія будівельного виробництва: навч. пос. Київ : Аграрна освіта, 2010. 481с.
22. ДБН А.2.2–1-2003. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. Київ : Держбуд України, 2004. 21с.
23. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва
24. ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека в будівництві. Київ : Мінрегіонбуд, 2012. 116 с. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_a322_2009/1-1-0-945

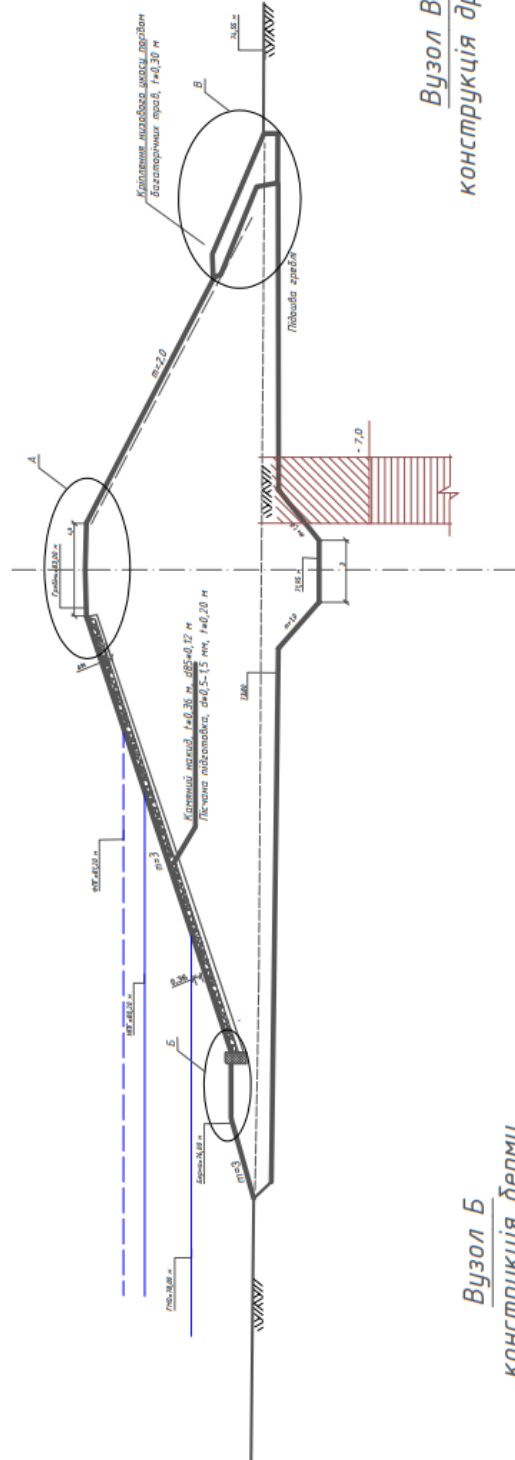
25. ДБН В.1.2-14-2009. Система забезпечення надійності та безпеки будівель та споруд. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 37 с.
26. ДБН В.2.3-4:2007. Споруди транспорту. Автомобільні дороги . Ч.1. Проектування. Ч.2. Будівництво. Київ : Мінрегіонбуд України, 2007. 91 с.
27. 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).
28. ДБН В.2.4-8:2014. Визначення розрахункових гідрологічних характеристик. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 102 с.
29. Державний водний кадастр. Багаторічні дані про режим та ресурси поверхневих вод суші. Частина 1. Річки. Том II. Українська РСР.
30. Довідник з клімату СРСР. Випуск 10. Українська РСР. Частина III. Вітер. Гідрометеоіздат, 1967. 699 с.
31. Довідник з клімату СРСР. Випуск 10. Українська РСР. Частина V. Хмарність і атмосферні явища. Гідрометеоіздат, 1969. 644 с.
32. ДСТУ 3008–2015. Державний стандарт України. Структура і правила оформлення. Київ: Держстандарт України, 2015. 37с.
33. ДСТУ Б А.3.1-22:2013. Визначення тривалості будівництва об'єктів. Київ : Мінрегіон України, 2014. 30 с. URL: http://ukrstone.org/files/DSTU/DSTU_B_A.3.1.22_2013.pdf
34. Звіти Дніпропетровського облводгоспу з інвентаризації водних об'єктів та земель водного фонду за 2007 р. Дніпропетровськ : Дніпрооблводгосп, 2008 р.
35. Кириенко И.И., Химерик Ю.А. Проектирование и расчет гидротехнических сооружений : уч.пос. Киев: Высшая школа, 1987. 253 с.

36. Клімат України : довідник / за ред. В.М. Липінського. Київ : Видавництво Раєвського, 2003. 353 с.
37. Кліматична характеристика Дніпропетровської області. URL: www.meteoprog.ua/ua/climate/Dnipropetrovsk/.
38. Курсовое и дипломное проектирование по гидротехническим сооружениям : учебник / под. ред. В.С. Лапшенкова. Агропромиздат, 1989. 448 с.
39. Литовченко О.Ф. Інженерна гідрологія та регулювання стоку: підручник. Київ : Вища школа, 1999. 360 с.
40. Литовченко О.Ф. Практикум з інженерної гідрології та регулювання стоку. Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2007. 252 с.
41. 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>
42. Методичні рекомендації до написання економічної частини дипломних проектів студентами денної та заочної форм навчання за спеціальністю 7(8).06010301 – «Гідромеліорація» ОКР – спеціаліст, магістр / Т.М. Самілик . Дніпропетровський державний аграрний університет. Дніпропетровськ, 2013. 80 с.
43. Паламарчук М.М., Н.Б.Закорчевна. Водний фонд України: довідниковий посібник. Київ: Шка-Центр, 2001. 329 с.
44. Пасічний Г.В . Фізична та економічна географія Дніпропетровської області. Дніпропетровськ: Вид-во ДДУ, 1992. 188с.
45. Практикум по гидрологии, гидрометрии и регулированию стока// Под. ред. Е.Е. Овчарова. – М. : В.О. Агропромиздат, 1988. – 224 с.
46. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.6 : Украина и Молдавия : Вып. 2: Среднее и нижнее Поднепровье / под ред. М.С. Каганера. Гидрометеиздат, 1971. 656 с.
47. Рубан С.А., Шинкаревський М.А. Гідрогеологічні оцінки та прогнози режиму підземних вод України : монографія. Київ : УкрДГРІ, 2005. 572 с.

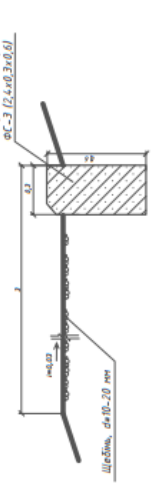
48. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування : ДБН В.1.2-2:2006. – К. : Мінбуд України, 2006. – 75 с].
49. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення : ДБН А.3.2-2-2009. – К.: Мінрегіон України, 2012. – 94 с.
50. СНиП 1.04.03-85* Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений. Часть II. Стройиздат, 1984.
51. Справочник по климату СССР. Вып. 10. Ч.IV. Влажность воздуха, атмосферные осадки и снежный покров. Гидрометеиздат, 1969. 696 с.
52. Справочник по климату СССР. Вып.10. Ч.II. Температура воздуха и почвы. Гидрометеиздат, 1967. 608 с.
53. Сучасні технології в будівництві: підручник. О.І.Менейлюк, В.С.Дорофєєв, Л.Е.Лукашенко, та інші. Київ : Освіта України, 2011. 534 с.
54. Физико-географическое районирование Украинской ССР / под ред. А.М.Маринича. Киев: Издат. Киевского ун-та, 1968. 684 с.
55. Цифрова модель рельєфу USGS [Роздільна здатність : 30 м]. URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/>

ДОДАТКИ

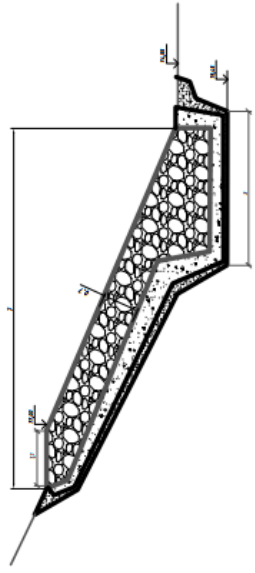
Поперечний переріз греблі на ПК 1+00 М 1:100



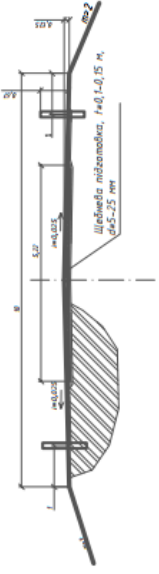
Вузол Б
конструкція ґерми



Вузол В
конструкція дренажу



Вузол А
конструкція гребеня



Умовні позначення

- Рослинний шар
- Суглинок важкий
- Суглинок середній
- Суглинок перевідкладений
- Піски піщуваті, мілкі
- Залізобетон

Характеристика греблі

Максимальна висота - 9 м;
Довжина по осі - 296 м.

№	Датум	Віда	Ділянка	Класифікація	Класифікація
1				Допоміжна робота	Класифікація
2				Проектування	Класифікація
3				Виконання	Класифікація
4				Виконання	Класифікація
5				Виконання	Класифікація
				Генеральний план	ДЛЯ ЧИ
				Елементи профілю	ДЛЯ ЧИ

