

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра водогосподарської інженерії

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри водогосподарської
інженерії, доцент
_____ Андрій ТКАЧУК
« ____ » грудня 2025 р.

Пояснювальна записка

до дипломної роботи
другий (магістерський) рівень вищої освіти

на тему «Гідрологічне обґрунтування для розчистки
русла річки Сухий Кобелячок Кременчуцького
району Полтавської області»

Виконав: здобувач вищої освіти, групи
МГГТБ-1-24
Спеціальність – 194 "Гідротехнічне
будівництво, водна інженерія та водні
технології"
Освітня програма „ Гідромеліорація”

Іван СЕРЕДА

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник : доц. Коваленко В.В.

_____ (прізвище та ініціали)

Рецензент : _____

_____ (прізвище та ініціали)

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

ЗАТВЕРДЖУЮ :
Зав. кафедрою водогосподарської інженерії
доц. _____ Андрій ТКАЧУК
_ листопада 2025 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу здобувачу вищої освіти
Середі Івану Вікторовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи: Гідрологічне обґрунтування для
розчистки русла річки Сухий Кобелячок
Кременчуцького району Полтавської області

керівник роботи _____ Коваленко Володимир Васильович, к. с.-г. н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

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

1. Термін здачі закінченої роботи : « 15 » грудня 2025 р.
2. Вихідні дані до роботи

Матеріали інженерних вишукувань щодо сучасного стану водних об'єктів та гідротехнічних споруд на річці Сухий Кобелячок . Матеріали гідрологічної вивченості території дослідження та довідникові дані по клімату. ГІС-портали та картографічні сервіси для візуалізації об'єкту дослідження та обробки даних ДЗЗ.

3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити) Вступ. 1. Природно-кліматичні умови території проектування; 2. Гідрологічна вивченість 3. Гідрологічні та водогосподарські розрахунки для басейну Сухого Кобелячка . 4. Гідравлічний розрахунок русла Сухого Кобелячка 5. оцінка впливу на довкілля. 6. Охорона праці при експлуатації ГТС та безпека в надзвичайних ситуаціях.. 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. Результати дослідження– презентація основного картографічного матеріалу. 3 Технічні креслення об'єкту дослідження

5. Консультанти розділів проекту

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

6. Дата видачі завдання: «15» жовтня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ пп	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ. 1. Клімат території проектування;	09.2025 р.	
2	Гідрологічна вивченість території, гідрологічні та водогосподарські розрахунки	10.2025 р.	
3	<u>Гідравлічний розрахунок русла Сухого Кобелячка</u>	11.2025 р.	
4	Характеристика навколишнього природного середовища і оцінка впливу на нього.	11.2025 р.	
5	Охорона праці при експлуатації гідротехнічних споруд та безпека в надзвичайних ситуаціях	05.12.2025 р.	
6	Висновки. Креслення. Презентація в PowerPoint та QGIS	10.12.2025 р.	
7	Поточний контроль виконання ДП за планом	05.12.2025р.	
8	Передзахист ДП на кафедрі	15.12.2025 р.	
9	Представлення ДП на рецензію	18.12.2025 р.	

Здобувач вищої освіти _____
(підпис)

Керівник роботи _____ /Коваленко В.В./

РЕФЕРАТ

Дипломна робота містить 75 сторінок, 11 таблиць, 21 рисунок, 3 додатки. Список літератури складає 44 джерела інформації.

Об'єкт дослідження – гідрологічний режим р. Сухий Кобелячок

Предметом дослідження є обґрунтування гідрологічних характеристик досліджуваної ділянки р. Сухий Кобелячок та пропускної здатності водоскидних споруд.

Метою роботи є встановлення параметрів гідрологічного режиму річки Сухий Кобелячок для обґрунтування розчистки русла на досліджуваній ділянці.

Як вихідні дані використані ресурси картографічних сервісів Google Earth, ESRI World Imagery, Copernicus, EOS, довідникові матеріали з гідрологічної вивченості об'єкту дослідження.

Креслення та рисунки виконано в ГІС з відкритим кодом QGIS.

Результати магістерської роботи можливо використати в якості методики інженерно-гідрологічного обґрунтування для проектів реконструкції (розчистки) гідротехнічних споруд.

Ключові слова: гідрологічне обґрунтування, водний режим, максимальний та мінімальний стік.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 КОРОТКА ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ	10
1.1 Географо-кліматична характеристика для території басейну річки Сухий Кобелячок.....	10
1.2 Особливості рельєфу на водозборі річки Сухий Кобелячок	13
1.3 Ґрунти	15
2 ГІДРОЛОГІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ СТОКУ В БАСЕЙНІ РІЧКИ СУХИЙ КОБЕЛЯЧОК.....	17
2.1 Гідрологічна характеристика р. Сухий Кобелячок.....	17
2.2 Гідрографічна мережа.....	18
2.3. Водозбірний басейн.....	20
2.4 Зарегульованість стоку басейну річки	24
2.5 Льодові явища на водних об'єктах Сухого Кобелячка	25
2.6 Твердий стік річки.....	26
3. ГІДРОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ ДЛЯ ВОДОЗБОРУ РІЧКИ СУХИЙ КОБЕЛЯЧОК.....	29
3.1 Водний режим та внутрішньорічний розподіл стоку	29
3.2 Визначення максимальної витрати та об'єму стоку весняного водопілля для р. Сухий Кобелячок в розрахункових створах.....	40
3.3 Зливовий паводок – розрахунок максимальної витрати та об'єму стоку	42
3.4 Трансформація максимального стоку.....	43

4 ГІДРАВЛІЧНІ РОЗРАХУНКИ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ	
ВОДОСКИДНИХ СПОРУД.....	47
4.1 Визначення регулюючого об'єму водних об'єктів на р. Сухий	
Кобелячок.....	47
4.2 Рівневий режим на зарегульованих ставках в зоні розчистки	50
ВИСНОВКИ.....	59
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	63
ДОДАТКИ.....	67

ВСТУП

Зі зміною клімату в сторону потепління та збільшення дефіциту водного балансу на локальних водозборах рівнинних річок України, чи не найбільше змін притерпають водні об'єкти. До таких відноситься і нижня частина р. Сухий Кобелячок. В останні роки зменшення водного балансу призводить до зневоднення водних об'єктів, їх заростання за рахунок зменшення глибин, що потребує втручання людини.

В 2022 р. виконавчим комітетом Пришибської територіальної громади ініціювали питання щодо «Розчистка русла річки Сухий Кобелячок в межах с. Роботівка, Пришибської сільської ради, Кременчуцького району Полтавської області з будівництвом регулюючих гідротехнічних споруд». Одним із основних завдань є проведення інженерно-гідрометеорологічних вишукувань під таку задачу. Саме цьому і присвячена дана магістерська робота.

Об'єктом в роботі виступає саме гідрологічний режим річки Сухий Кобелячок .

Предметом визначені сучасні природно-кліматичні особливості на водозборі річки, що формують водний режим в широкому його розумінні: норма, внутрішньорічний розподіл стоку, максимальна та мінімальна вода.

Метою досліджень є оцінка природних умов р. Сухий Кобелячок та визначення її сучасного гідрологічного стану для обґрунтування необхідності та можливості розчищення русла.

Основними завданнями в роботі були:

- надання гідрографічної характеристики зони проектування;
- вивчення паводкових витрат різної забезпеченості стоку;
- побудова гідрографів для відповідних забезпеченостей паводкового стоку в створі гребель;

визначення внутрішньорічного розподілу стоку в різні за водністю роки;

визначення річних обсягів твердого стоку;

виконати гідравлічні розрахунки пропуску паводків з визначенням рівнів води на ділянці розчистки русла річки в нижньому б'єфі греблі в природних умовах і після розчищення;

встановити розрахункові найвищі рівні і витрати води та межі затоплення при розрахункових рівнях.

Для виконання поставлених задач відповідно до ДБН В.2.4-3:2010 та ДБН А.2.1-1:2008 необхідно задіяти:

матеріали багаторічних гідрометеорологічних спостережень;

нормативні документи – ДБН В. 1.2-2:2006, ДСТУ Н Б В.1.1-27:2010, ДБН В.2.4-8:2014 (СНіП 2.01.14-83).

Також для виконання роботи необхідно залучити довідникові та наукові дані про геоморфологічні, гідрогеологічні та інженерно-геологічні умовами:

- збір та вивчення фондових матеріалів досліджуваної ділянки;
- збір матеріалів гідрометричних спостережень за стоком та рівнями води на р. Говтва, як для річки-аналога;
- рекогносцирувальне обстеження території;
- камеральна обробка польових і архівних досліджень, складання технічної частини роботи.

Для оцінки вивченості території виконано пошук та вивчення фондових і архівних матеріалів, що містять відомості про гідрографію, геоморфологію, гідрологічні та гідрогеологічні умови, інженерно-гідрологічні процеси, а також інші відомості, які дозволили зробити оцінку ступеня їх вивченості і розробити програму подальших вишукувальних робіт.

Рекогносцирувальне обстеження території включало використання картографічних сервісів Google Earth [1], USGS [42], довідникові дані по

гідрологічній вивченості території дослідження [38] з метою оцінювання якості та уточнення зібраних матеріалів, які характеризують інженерно-гідрологічні умови району вишукувань, загального ознайомлення та попередньої оцінки умов вишукувальних робіт, візуальної оцінки геоморфологічних особливостей.

Для обґрунтування вихідних даних та проведення гідравлічних розрахунків використані результати інженерно-геодезичних вишукувань ([37], додаток Б) ділянки р. Сухий Кобелячок в межах с. Роботівка.

При виконання роботи використані: вище названі картографічні сервіси, програмне забезпечення Microsoft Word, Microsoft Excel, QGIS – програмне забезпечення ГІС з відкритим кодом. Використані прикладні програми по гідрологічним та гідротехнічним розрахункам в Microsoft Excel, розроблені керівником магістерської роботи.

1 КОРОТКА ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Географо-кліматична характеристика для території басейну річки Сухий Кобелячок

Ділянка річки Сухий Кобелячок, що передбачена для розчищення, знаходиться в межах с. Роботівка Пришибської сільської ради, Кременчуцького району Полтавської області (рис.1.1). Водозбір річки Сухий Кобелячок практично повністю розташований в Кременчуцькому районі.

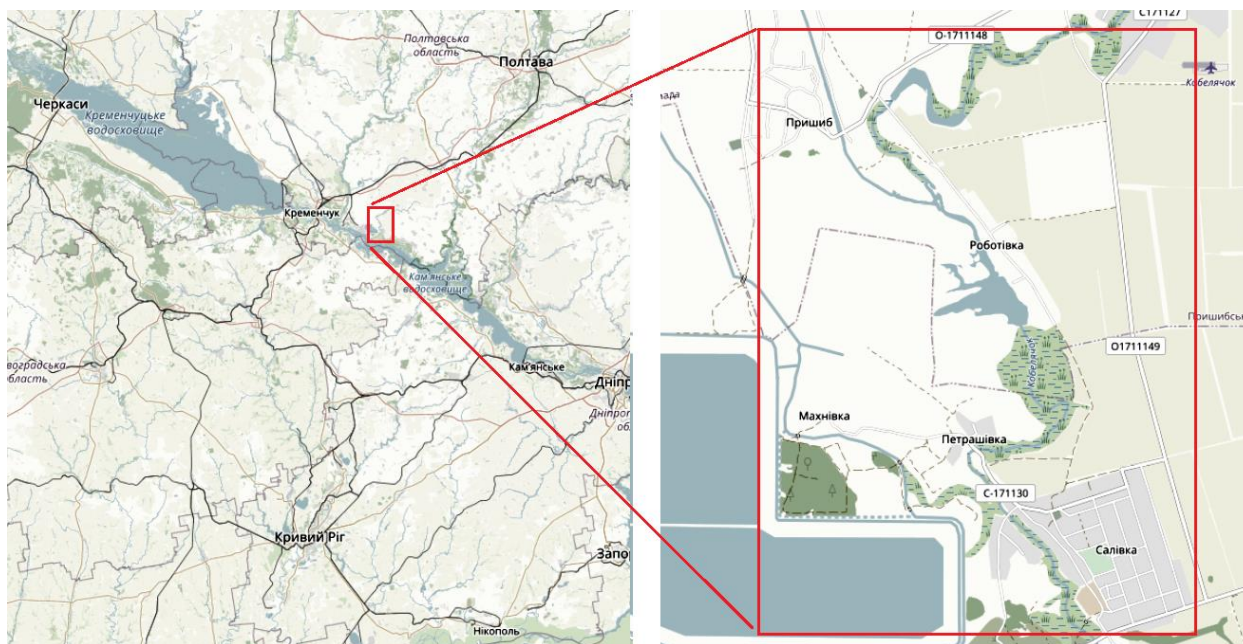


Рисунок 1.1 – Географічне розташування об'єкту проектування

За фізико-географічним районуванням [41] територія водозбору р. Сухий Кобелячок розташована у «Лісостеповій, у Лівобережно-Дніпровській лісостеповій провінції, Південнопридніпровська терасова низовинна область» (рис. 1.2- № 23). Ландшафт лучно-степовий низинно-рівнинний.

За складністю інженерно-геологічних умов район відноситься до територій незначної складності з проявом основних небезпечних процесів як зсуви, просідання лесових порід, підтоплення. За гідрологічним районуванням басейн річки відносять до «Лівобережно Дністровської області достатньої водності (Сульсько-Ворсклинська підобласть)». За гідрогеологічним районуванням басейн входить в «Придніпровський район області Дніпровського артезіанського басейну». Поверхневі води гідрокарбонатно-кальцієві з мінералізацією 500-1000 мг/л, невисокою жорсткістю 2,5-6 мг-екв/л. В період повені мінералізація знижується. В геоморфологічному відношенні водозбір віднесений до «Придніпровської області пластово-аккумулятивних рівнин на палеогенових і неогенових відкладах» [12].



Рисунок 1.2 – Фізико-географічне районування України.
<https://geomap.land.kiev.ua/zoning-1.html> [25]

Основні кліматичні характеристики району характерні для центральної України. Середньомісячні значення основних факторів формування стоку

річки запозичені з ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожеж. Будівельна кліматологія» та наведені в табл.1.1 та 1.2.

Таблиця 1.1 – Кількість опадів та днів зі сніговим покривом [23]

Метеостанція	Середня кількість опадів по місяцях, мм												Кількість опадів за рік, мм
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Полтава	41	35	38	41	54	62	70	47	47	47	47	45	574
Дніпро	86	43	43	41	46	66	54	47	38	35	47	47	550
Знам'янка	39	33	36	42	52	77	74	58	47	39	43	41	581
Водозбір р. Сухий Кобелячок	41	37	39	41	51	69	66	52	44	41	45	44	570
Сніговий покрив для водозбору р. Сухий Кобелячок, дні	23	22	11								3	18	

Таблиця 2 – Кліматичні характеристики за МС Полтава [23]

Показник	Середня місячна відносна вологість, %												Середня за рік відносна вологість, %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Відносна вологість повітря, %	85	82	78	66	61	65	66	64	69	77	86	87	74
Температура повітря, °С	-5,6	-4,7	0,3	9,0	15,4	18,7	20,5	19,7	14,3	7,7	1,3	-3,4	7,8
Середня швидкість вітру, м/с	4,1	4,5	4,2	3,8	3,4	3,4	2,8	2,8	2,9	3,4	3,9	4,0	3,6

Середня за рік температура становить 7,8 °С. Абсолютні максимуми сягають +41, а мінімуми -37 °С. Максимальна швидкість вітру в поривах сягає 20-25 м/с, що може спричинити суттєвий вітровий нагін хвиль на земляні греблі та розмив берегів. Вітер 4%-вої забезпеченості (розрахунки ГТС класу СС1 при нормальному підпірному рівні води) оцінений в 14 м/с.

1.2 Особливості рельєфу на водозборі річки Сухий Кобелячок

За геоморфологічним районуванням України досліджувана частина басейну річки Сухий Кобелячок знаходиться в «Придніпровській області пластово-аккумулятивних рівнин» [12] на межі двох районів: Придніпровська пластово-аккумулятивна рівнина на палеогенових і неогенових відкладах та Полтавська пластово-аккумулятивна рівнина на палеогенових і неогенових відкладах [12, 25]. Рельєф рівнинний, проте по периметру меж басейну виділяються підвищення з абсолютними відмітками поверхні до 145 м БС. Природа таких підвищень пов'язана з тим, що сюди не дійшов льодовик і тим самим пересіченість рельєфу на межі водозбору висока.

Рельєф Сухого Кобелячка (рис.1.3) побудований в QGIS за використання цифрової моделі місцевості (ЦМП) NASA SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) [42].

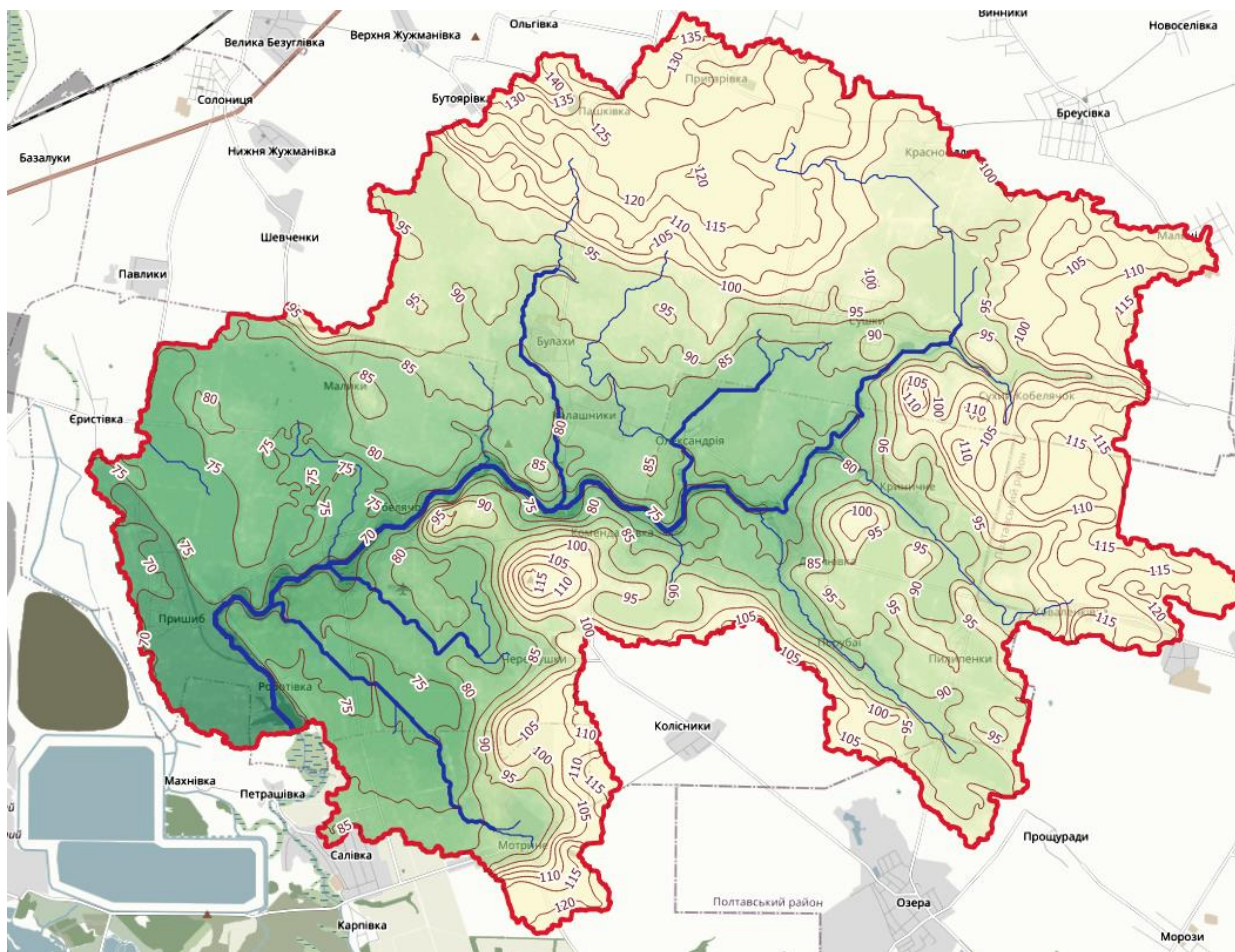


Рисунок 1.3 – Рельєф на водозборі річки Сухий Кобелячок (QGIS)

Морфологічними особливостями рельєфу можна назвати абсолютно рівнинний характер території, що замедляє стік та подекуди проявляється у утворенні замкнутих понижених областей – блюдцях.

Максимальні відмітки місцевості сягають 145 м БС, мінімальні – в нижньому створі розчистки річки – 67 м БС. Середня – 92,8 м БС.

Розчленованість рельєфу балками незначна, що обумовило рівнинний характер рельєфу, тому густоту яружно-балочної мережі не визначали.

Крутизна схилів балок невелика, сягає лише 7° (рис.1.4).

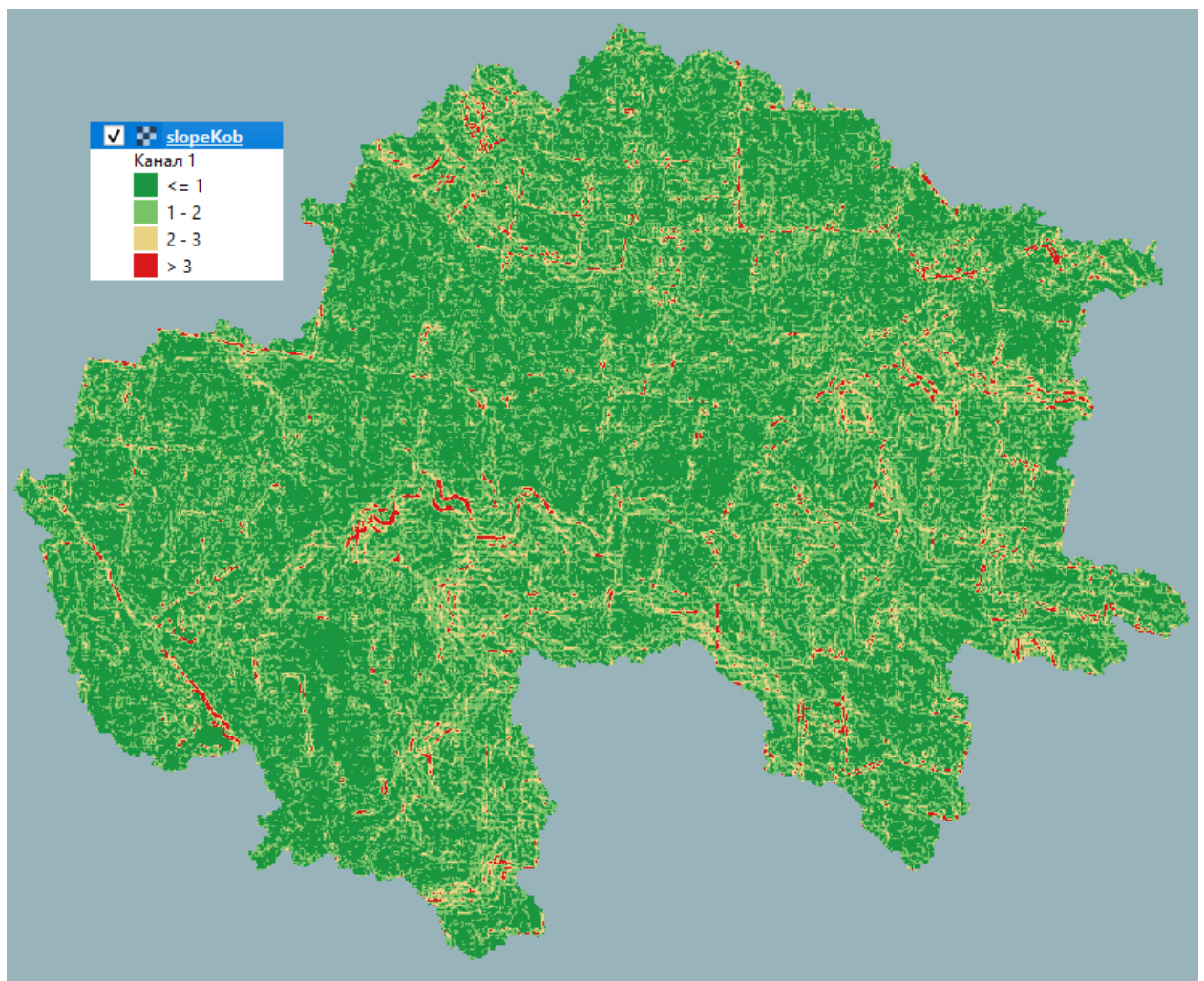


Рисунок 1.4 – Крутизна схилів на водозборі річки Сухий Кобелячок (QGIS)

Середньовиважений похил складає 1,0 градуса. Більше 55% має похил до 1°, що уповільнює поверхневий стік з водозбору.

1.3 Ґрунти

Ґрунти досліджуваної частини басейну р. Сухий Кобелячок передають особливості морфології рельєфу [24], рис.1.5.



Рисунок 1.5 – Ґрунти на водозборі Сухого Кобелячка [24]: 21 – чорноземи типові, солонцюваті глинисто-піщані; 25 – лучно-чорноземні глибоко солонцюваті; 33 – солонці, переважно солончакові

На пониженій західній частині водозбору переважають «лучно-чорноземні глибоко-солонцюваті ґрунти» [38] та солонці переважно солончакові, на північній, південній та східній частині водозбору переважають чорноземи типові остаточно-солонцюваті. Засолення ґрунтів хлоридно-сульфатно-содове. Чорноземи та лучні ґрунти помірно та добре гумусовані, механічний склад переважно середньосуглинковий. Ступінь змитості ґрунтів не значний попри розвинену лінійну водну ерозію на водозборі. Наміті різновиди розповсюджені у низовій частині; у заплавах вздовж русел річок і балок. У гирловій частині водозбору річки поширені лучно-солонцюваті

грунти, присутні болота на яких мають поширення г»ідроморфні та напівгідроморфні ґрунти, очеретяні торф'яники» [38].

2 ГІДРОЛОГІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ СТОКУ В БАСЕЙНІ РІЧКИ СУХИЙ КОБЕЛЯЧОК

2.1 Гідрологічна характеристика р. Сухий Кобелячок

Ділянка річки Сухий Кобелячок, що передбачена для розчищення, знаходиться в межах с. Роботівка Пришибської сільської ради, Кременчуцького району Полтавської області. Річка Сухий Кобелячок є лівою притокою р. Дніпро. Координати об'єкту будівництва для верхнього створу (гребля на ПК0 по фарватеру) - 49°02'57"" ПнШ, 33°44'50"" СхД, для нижнього створу (гребля на ПК37+00 по фарватеру) - 49°01'27"" ПнШ, 33°46'05"" СхД, Відстань від нижнього створу до гирла річки (місце будмайданчика на карті Google Earth) - 9,1 км.

Водозбір річки Сухий Кобелячок практично повністю розташований в Кременчуцькому районі. Бере початок на схід від села Улинівка. Річка тече від витоків на захід, потім, в районі об'єкту проектування, повертає на південь. Нижче с. Карпівка гирлова частина річки «вливається» в заплаву Дніпра.

За фізико-географічним районуванням територія водозбору р. Сухий Кобелячок розташована у «Лісостеповій, у Лівобережно-Дніпровській лісостеповій провінції». Ландшафт лучно-степовий низинно-рівнинний.

Водозбір р. Сухий Кобелячок відноситься до басейну Дніпра. Відмітка витоків – 97,4 м БС, гирла - 62 м БС, а в розрахункових створах під час проведення польових вишукувань – від 68,86 до 65,94 м БС. Довжина річки до розрахункового створу моста 43,4 км (*OpenStreetMap, QGIS*), площа басейну до розрахункового створу - 291 км² (див. рис. 1.2).

Гідрологічна вивченість регіону недостатня. Водомірні пости відсутні. Найближчий діючий водомірний пост знаходиться на р. Говтва (притока р. Псел) в селі Михнівка, що розташований в однорідній за фізико-географічним

районуванням території в 55 км північніше досліджуваної ділянки р. Сухий Кобелячок. Гідрологічні спостереження на ньому за період 1991-2014 рр. використані в розрахунках як дані річки аналогу.

Річка Говтва «утворюється від злиття двох річок — Грузької Говтви та Вільхової Говтви біля східної частини м. Решетилівки. Тече переважно на південний захід. Впадає до Псла на південь від села Говтви» [5]. Площа басейну 1680 км². Долина коритоподібна, завширшки до 5 км, завглибшки до 40 м. Річище звивисте, заболочене, утворює численні меандри. Ширина річища до 20 м. Максимальна глибина річки 5 м. Похил річки 0,21 м/км. Середня багаторічна витрата води Говтви (с. Михнівка) становить 5,84 м³/с. Середньорічна мінералізація води становить близько 685 мг/дм³» [43].

2.2 Гідрографічна мережа

Гідрографічна мережа – це «сукупність усіх рік, потічків та інших постійних та тимчасових водотоків, а також озер, водосховищ, боліт та інших водойм на досліджуваній території» [29]. Будова гідрографічної мережі є результатом впливу фізико-географічних чинників – клімату, рельєфу, геологічної будови місцевості.

Густоту гідрографічної мережі досліджуваної річкової системи визначають як «відношення суми довжин річкових потоків даної системи в кілометрах до площі її басейну, вираженої в квадратних кілометрах» [30].

Незважаючи на невелику площу водозбору, р. Сухий Кобелячок має розгалужену гідрографічну і особливо яружно-балочну мережу (рис.2.2). Річка має декілька притоків 1-го порядку без назви. Більшість з них пересихає. Довжина водотоків, які протягом більшої частини року не пересихають становить близько 43-46 км, густина річкової мережі становить – 0,15 км/км², що дещо менше норми для цієї природної зони [38]. Басейн посередньо

розчленований балками (коричневі лінії на рис.2), довжина яружно-балочної мережі (без водотоків) складає близько 370 км , що створює їх густоту біля 1,3 км/км² .

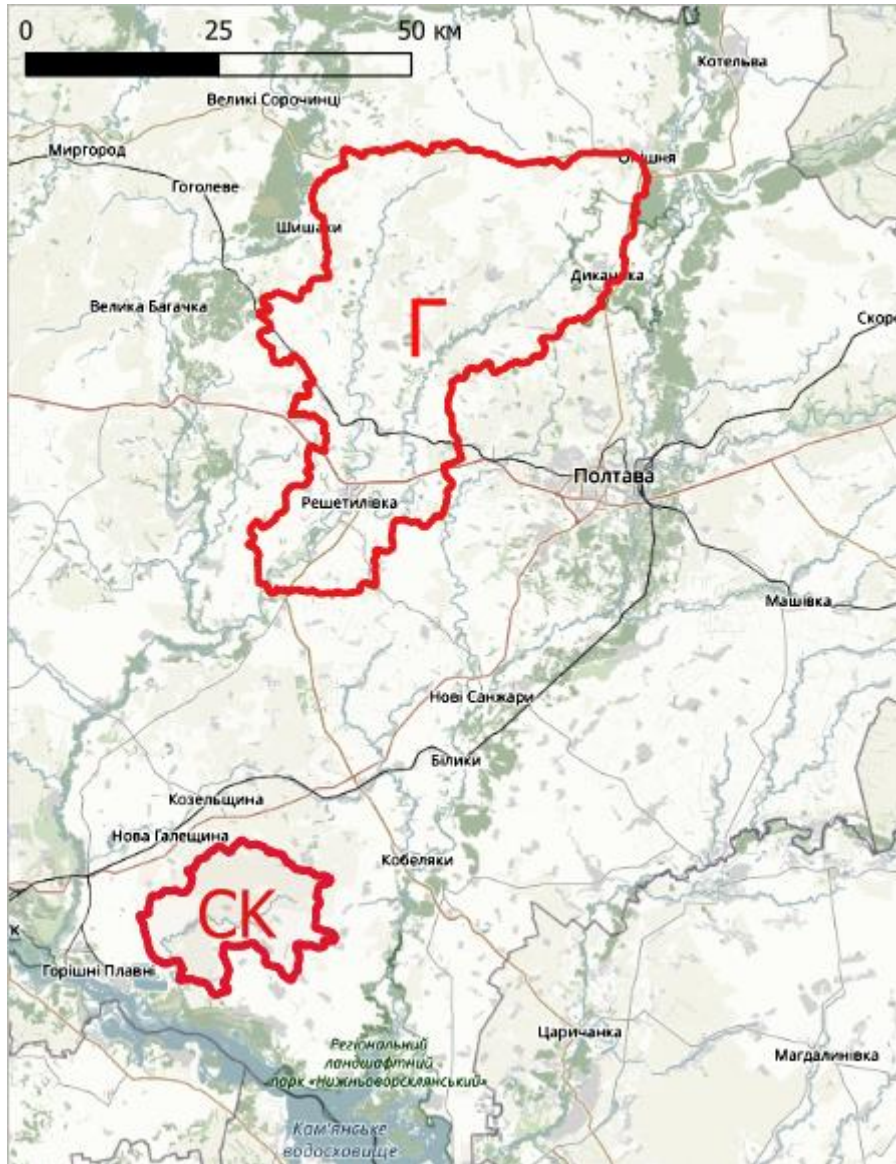


Рисунок 2.1 – Басейни річок Сухий Кобелячок (СК) та Говтва (Г) на карті (QGIS)

Відмітка витоку річки– 97,4 м БС , а в розрахунковому нижньому створі – 65,9 м БС (за даними геодезичної зйомки, додаток Б). Середньовиважений похил річки $I=0,73$ ‰. В нижній частині річки, від верхнього розрахункового створу (профіль 0 – рис.2.3) до гирла, вище розрахункового створу - $I=0,26$ ‰. В межах дослідної ділянки, яка фрагментована трьома греблями, падіння рівня

води за результатами інженерно-геодезичних вишукувань (див. додаток В) становить 0,44-0,48 м при довжині фарватерам $L=3,7$ км, гідравлічний похил становить $I=0,12$ ‰

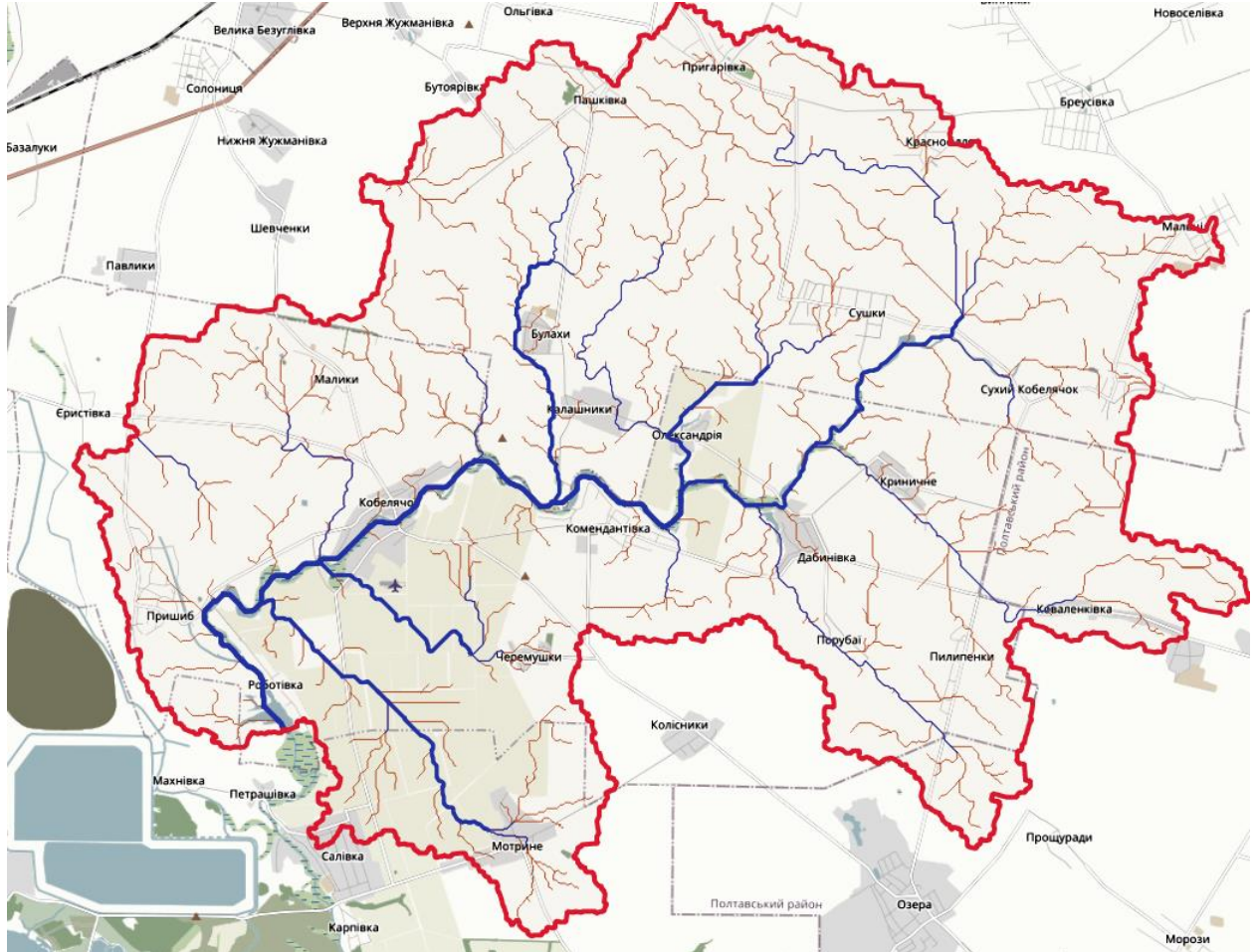


Рисунок 2.2 – Гідрографічна та яружно-балочна мережа басейну р. Сухий Кобелячок

2.3. Водозбірний басейн

Межі водозбору р. Сухий Кобелячок до розрахункового нижнього створу визначені за цифровою моделлю місцевості SRTM з роздільною здатністю пікселя 30 м (USGS) при обробці в QGIS (див. рис. 1.2). Межі водозбору неоднозначні в зв'язку зі складністю рельєфу. Якщо з північної, східної та

південно-східної сторони межі чітко визначені рельєфом, то з західної сторони наявність відвалів та хвостосховища Полтавського гірничо-збагачувального комбінату вносить корективи в формування стокових площадок на другій терасі Дніпра на відмітках не вище 67-68 м БС. Тому межі поверхневого водозбору (ділянка суходолу, з якої надходять води в дану річкову систему і практично визначається рельєфом) та підземного водозбору (утворюють товщі пухких відкладів, з яких вода надходить до річкової мережі) ймовірно можуть не співпадати.

При розрахунку максимального стоку використані характеристики поверхневого водозбору. «До основних характеристик басейну річки, крім його площі, належить довжина, пересічна найбільша ширина, похил, пересічна висота та коефіцієнт асиметрії басейну» [30]. Площа басейн р. Сухий Кобелячок до розрахункового нижнього створу (див. рис.1.2) складає 291 км², довжина басейну 26,5 км, середня ширина – 11,0 км. Басейн має в плані форму «підкови» з відносно однорідною шириною по основному руслу.

Рельєф басейну не типовий для «Лівобережно-Дніпровської фізико-географічної провінції» [12]. Для басейну характерні плоскі, практично горизонтальні низини вздовж річища та пагорби по водороздільній лінії водозбору з невираженою експозицією схилів. Характерним також є відносно понижені відмітки біля витoku річки (с. Улинівка) на водорозділі до басейну р. Ворскла. Глибина ерозійного врізу долини річки в центральній її частині сягає 30-40 м.

За цифровою моделлю місцевості SRTM (USGS), гідрологічно вірно підготовленою, побудовані характерні профілі долини річки досліджуваної ділянки (профілі 0-5) та нижче за течією (профілі 6-11) (рис.2/3). Крутий лівий берег річки обумовлений терасою Дніпра. Однорідна за висотою долина та заплава річки свідчать про суттєву акумулюючу здатність нижньої та гирлової частини річки, що спроможна нівелювати повінь (дощовий паводок) розрахункової та перевіркової забезпеченості без суттєвого підняття рівня води.

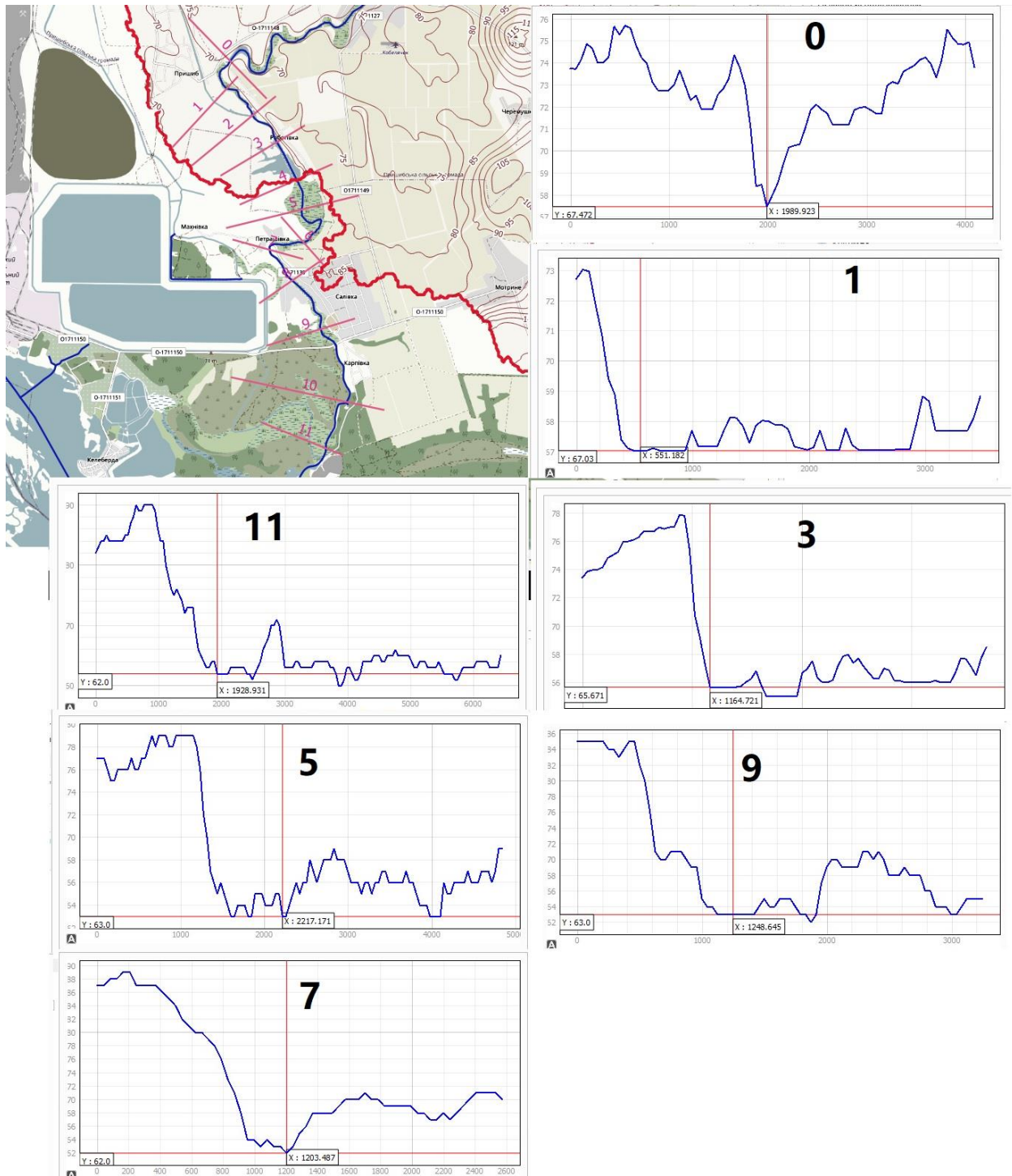


Рисунок 2.3 – Поперечні профілі річища та заплави Сухого Кобелячка на досліджуваній ділянці та нижче за течією (вертикальна червона лінія – русло річки; номер профілю – на лініях плану; основа – DEM SRTM, обробка - *QGIS*)

Найбільші відмітки земної поверхні в басейні спостерігаються по північній частині вододілу - 142 м БС, найменші в розрахунковому нижньому створі – 65,9 м. Загальний ухил басейну з півночного сходу на південний захід.

Крупних масивів лісу (без лісосмуг) в басейні (до розрахункового створу) практично не існує, тому лісистість не вплине на формування (затримання) максимального стоку.

Болота розповсюджені по заплаві річки (рис.2.4, wetland). В межах розрахункового водозбору їх 300 га, в гирловій частині нижче розрахункового створу - 176 га. Заболоченість в межах досліджуваного басейну склала 1,0 %.

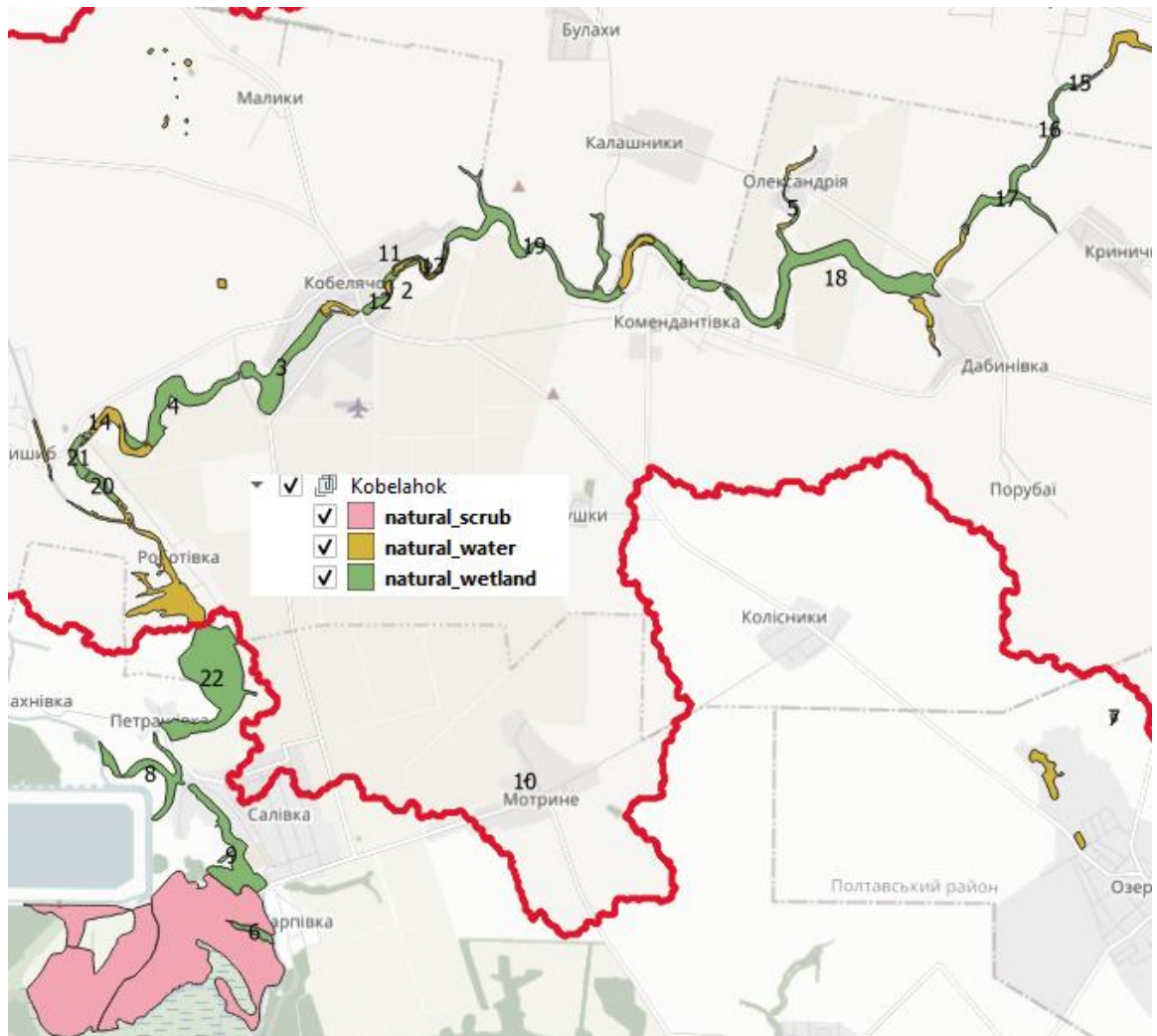


Рисунок 2.4 – Розповсюдженість боліт (wetland) та ставків (water) на заплаві річки Сухий Кобелячок (джерело – OSM, обробка - QGIS)

2.4 Зарегульованість стоку басейну річки

Регулювання стоку це «штучний перерозподіл у часі річкового стоку відповідно до вимог споживання, який відбувається у збільшенні чи зменшенні стоку в порівнянні з природним режимом у певні гідрологічні періоди» [29].

Тип регулювання малих річок Лісостепу України, як правило, носить сезонний характер, рідше – багаторічне регулювання. При сезонному затримують повеневі та паводкові води та витрачають їх у маловодний період року. «Ступінь зарегульованості характеризується коефіцієнтом зарегульованості стоку» [29].

Площа штучно утворених ставків на водозборі за даними OSM (рис.2.4, water) близько 1,44 км², в тому числі в межах досліджуваної ділянки 0,66 км². Проте за даними дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) площа ставків менше, і складає близько 1,2 км². (рис.2.5 : EOS, Land Viewer, індекс NDSI, дата звернення 23 листопада 2025 р.).



Рисунок 2.5 – Визначення водних об'єктів за даними ДЗЗ (джерело – EOS, Land Viewer: , нормалізований різницевий індекс NDSI, дата звернення 23 лютого 2025 р.)

Зарегульованість басейну р. Сухий Кобелячок ставками оцінена як висока. Це пов'язано з наявністю пониження на ділянці дослідження, що утворює широку заболочену заплаву та наявністю гребель вище досліджуваної ділянки, яких налічується 12, всі невисокі греблі, клас відповідальності СС1. В басейні розташовані 14 ставків (*OpenStreetMap*), площа водного дзеркала їх 120 га, їх об'єм оцінений в 2-2,5 млн.м³.

Враховуючи площу водного дзеркала ставків (120 га) та їх відносно високу наповненість, їх сумарна регулююча ємність оцінена об'ємом в 1,20 млн. м³. Регулююча здатність штучних водних об'єктів буде врахована при визначенні максимальних витрат коефіцієнтом зарегулювання стоку.

У теперішній час, протягом року, спостерігається нехватка місцевого

2.5 Льодові явища на водних об'єктах Сухого Кобелячка

Із зниженням температури повітря нижче 0 °С на річках утворюється льодовий покрив і вони переходять у фазу зимового режиму.

Льодовий режим – «сукупність закономірно повторюваних процесів виникнення, розвитку та руйнування льодяних утворень на водних об'єктах» [29].

Зимовий режим – це «сукупність усіх процесів, які протікають у річках протягом періоду з переважанням від'ємних температур повітря». За характером зимового режиму всі річки поділяють на три групи: «замерзаючі(наприклад, річки рівнинної території України), із нестійким льодоставом(гірські річки) і незамерзаючі (річки в субтропічних районах)» [29].

Початком зимового періоду умовно вважають сталу появу від'ємних температур повітря, які супроводжуються виникненням на річці льодових явищ. Кінцем зимового періоду вважають момент очищення річки від льоду.

«У льодовому режимі замерзаючих річок виділяють три фази: замерзання, льодостав і скресання» [29].

Льодові явища на р. Сухий Кобелячок спостерігаються у вигляді заберегів, шуги, льодоставу та льодоходу. По спостереженням на річці-аналогу Говтва по в/п біля с. Михнівка (до 1966 р., 33 роки спостережень) льодові явища в середньому починаються 3 грудня (1.XI – 18.I), закінчення льодових явищ – 25 березня (1.III – 14.IV). Найбільша тривалість льодоставу 154 доби (1953-54 рр.), середня – 99 діб. Тривалість весняних льодових явищ в середньому бувають в період 15.II – 10.III, на протязі 5-10 днів. Гранична товщина льоду в березні сягає 30-50 см. Найбільші збільшення рівня води при заторах на р. Говтва становила 83 см (1953 р.). В останні роки зими стали значно м'якшими і стабільного льодоставу не спостерігається. В період проведення вишукувальних робіт спостерігався льодостав з незначною, до 5-10см, товщиною льоду.

Вірогідність утворення зажорних та заторних явищ на водоскидних спорудах висока, оскільки основні водоскиди – це труби діаметром від 0,5 до 1,2 м. Це може привести до суттєвого зниження пропускної здатності водоскидів.

2.6 Твердий стік річки

Вивченість стоку наносів на водозборі р. Сухий Кобелячок відсутня. Ерозійні умови нижнього Подніпров'я відрізняються великим різновидом орографічних областей і геологічних регіонів. На територіях, що прилягають до р. Дніпро, в т.ч. водозбір р. Сухий Кобелячок, переважають рівнинні ландшафти з акумулятивними, денудаційними та ерозійними формами рельєфу. Їх різновиди, що пов'язані з морфологічною структурою, віком, стадією розвитку та кліматичними особливостями, визначають умови та характер твердої складової річного стоку.

Ерозійний розвиток водозбору Сухого Кобелячка схожий та такий на водозборах Псла та Ворскли. Характерним є велика ерозійна розчленованість в верхній та середній частинах водозбору, менше в нижній, до якої можна віднести дослідну ділянку. Крім змиву ґрунту проявляються і яружно-оползневі явища. Густина ерозійного розчленування сягає $1,3 \text{ км/км}^2$ (див. п. 2.2). Ерозійний вріз досягає 40 м. Водороздільні плато мало еродовані. Первинні періодичні водотоки під час сніготанення та дощових паводків несуть води, насичені наносами до концентрації $5-15 \text{ кг/м}^3$ весною та $20-35 \text{ кг/м}^3$. Виноси з ярів інтенсивно замулюють ставки, що розташовані та водозборі. При залісеній та задернованій заплаві біля водойм, вони експлуатуються без помітного зниження корисної ємкості протягом 50-100 років. Інтенсивність замулення водойм навіть при 1-2 діючих ярах може сягати 10 % ємкості в рік.

«Мутність вод річок протягом року значно змінюється. Найбільш прозора вода в літньо-осінню та зимову межень» [29]. В період танення снігу та дощових паводків концентрація зважених наносів найбільша. На малих річках, не виключенням є і Сухий Кобелячок, максимальна концентрація наносів може спостерігатись в любую фазу паводку, як на підйомі так і на спаді. Кількість наносів, що поступає до річки, залежить від метеорологічних умов, тому з року в рік може суттєво змінюватись.

За даними спостережень за стоком наносів на річках Лівобережно-Дніпровської провінції (Псел та Ворскла) середня мутність складає 50—100 г/м^3 . Максимальна – 950-1700 г/м^3 .

Стік наносів Сухого Кобелячка в основному формується в верхній частині водозбору, тому весною в цій частині водозбору може бути підвищена мутність – до 1 кг/м^3 . Після літній дощів мутність, як правило, не перевищує 50 г/м^3 . 82% стоку наносів припадає на весняний період високих вод (Псел, п. Запселля), 11% - на зиму.

Виходячи з характеристик стоку наносів на річках-аналогах, розрахункова мутність води в р. Сухий Кобелячок, враховуючи розташування

водозбору в Дніпровській долині, може сягати 100-150 г/м³. А річний стік наносів в багатоводний рік (25%) може досягати значення 3000 т, в середній по водності рік – 1500 т, в дуже маловодний рік стік наносів може бути відсутній.

Враховуючи значну зарегульованість русла р. Сухий Кобелячок вище дослідної частини русла та фрагментованість русла греблями, можна вважати, що більшість наносів акумулюється в верхній частині водозбору річки, а мутність ділянки річки біля с. Роботівка формується тільки ерозійними процесами на частині водозбору поряд з ділянкою і вона не значна.

Замулювання після розчищення русла в значно більшому ступені буде залежати від технології влаштування відкосів. Рекомендовано коефіцієнти закладення відкосів приймати великими: 4-6, що зменшить перенос дрібнозернистих та мулистих фракцій донних відкладів в глибоку частину русла, своєчасне закріплення русла від розмиву мулофільтрами (чагарниками), георешітками, кам'яним накидом, одернуванням смуги вище нормального горизонту води теж обмежить процеси замулення після проведення будівельних робіт.

3. ГІДРОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ ДЛЯ ВОДОЗБОРУ РІЧКИ СУХИЙ КОБЕЛЯЧОК

Гідрологічними розрахунками встановлені характерні моменти розподілу стоку на водозборі р. Сухий Кобелячок, характеристики максимального та мінімального стоку річки.

3.1 Водний режим та внутрішньорічний розподіл стоку

Водний режим – «зміна рівнів та об'ємів води у водоймах, пов'язана із сезонними змінами погоди, інколи з антропогенним впливом» [29].

Внутрішньорічному водному режиму водойм «властиве закономірне чергування періодів підвищеної та низької водності, які відображають зміни умов живлення» [29]. Ці періоди називають «фазами водного режиму». Основними фазами є «водопілля (висока водність), межень літня та зимова (низька водність), дощові паводки».

Водний режим «характеризується весняною повінню з стрімким підйомом рівнів води і літньо-осінньо-зимовою межінню, яка зрідка переривається підйомами води від дощових опадів» [12]. Живлення річки формується зі стоку поверхневих вод від дощів і сніготанення з потічків та джерельного живлення.

Даних гідрометричних спостережень на р. Сухий Кобелячок немає. Тому для оцінки внутрішньорічного розподілу стоку прийнятий метод річок-аналогів.

В якості річки-аналога прийнята р. Говтва, ліва притока р. Псел.

Вимоги до вибору річки аналога відповідно до ДБН В.2.4-8:2014 (п.5.12) виконуються, зокрема:

– однотипність стоку ріки-аналога і річки, що досліджується: визначена фізико-географічним розташуванням водозборів р. Сухий Кобелячок та р. Говтва в одній провінції;

– географічну близькість розташування водозборів : досліджувана ділянка на р. Сухий Кобелячок розташована південніше на 50 км водомірного поста на р. Говтва в с. Михнівка;

– однорідність умов формування стоку, схожість кліматичних умов, однотипність ґрунтів і гідрогеологічних умов, близьку степінь озерності, залісеності, заболоченості і розпахуваності водозбору;

– площі водозбору не повинні відрізнятися більш ніж в 10 разів: 1583 до 291 км² – різниця в 5,5 разів;

– відсутність факторів, що впливають на природний річний стік (регулювання стоку, скидання води, вилучення стоку на зрошення та інші потреби): регулювання стоку практично тотожне;

– середні висоти водозборів не повинні суттєво відрізнятися : не відрізняються;

Дані по стоку р. Говтва запозичені в Гідрометеоцентрі України, період спостережень 1991-2014 р. (додаток Е, табл.Е1). Для подовження ряду спостережень використані дані радарної зйомки рівнів води від порталу Copernicus [41] за 2019-2022 рр. по водпосту в с. Михнівка (там же).

Методом реального року визначений внутрішньорічний розподіл стоку річки-аналога Говтва, наведений в табл.3.

Для цього встановлені статистичні параметри лямбда 1 та 2 для ряду спостереження по р. Говтва (табл.3.1)

Таблиця 3.1 – Середні річні витрати води і обчислення параметрів кривої забезпеченості

№ п/п	Рік	Q _i сер, м ³ /с	Q _i сер, у зменшеному порядку	$K_i = \frac{Q_i}{Q_0}$	K _i -1	$(K_i - 1)^2$	Забезпеченість, %, $\frac{m}{n + 1} \cdot 100$
1	1991	2,47	8,33	2,684	1,684	2,834	3,45
2	1992	2,05	6,32	2,038	1,038	1,077	6,90
3	1993	1,78	5,93	1,911	0,911	0,830	10,34
4	1994	4,51	5,83	1,878	0,878	0,772	13,79
5	1995	6,32	5,72	1,844	0,844	0,712	17,24
6	1996	8,33	5,23	1,685	0,685	0,469	20,69
7	1997	4,14	5,02	1,619	0,619	0,383	24,14
8	1998	5,83	4,92	1,584	0,584	0,342	27,59
9	1999	5,02	4,51	1,453	0,453	0,205	31,03
10	2000	3,27	4,14	1,335	0,335	0,112	34,48
11	2001	4,92	3,27	1,054	0,054	0,003	37,93
12	2002	3,05	3,05	0,982	-0,018	0,000	41,38
13	2003	5,93	2,99	0,964	-0,036	0,001	44,83
14	2004	5,23	2,77	0,891	-0,109	0,012	48,28
15	2005	2,77	2,47	0,795	-0,205	0,042	51,72
16	2006	5,72	2,05	0,660	-0,340	0,116	55,17
17	2007	1,22	1,78	0,574	-0,426	0,181	58,62
18	2008	1,65	1,65	0,530	-0,470	0,221	62,07
19	2009	0,96	1,45	0,466	-0,534	0,285	65,52
20	2010	2,99	1,22	0,394	-0,606	0,367	68,97
21	2011	1,18	1,22	0,394	-0,606	0,368	72,41
22	2012	0,96	1,18	0,380	-0,620	0,384	75,86
23	2013	1,22	1,17	0,375	-0,625	0,390	79,31
24	2014	0,60	1,16	0,375	-0,625	0,390	82,76
25	2019	1,00	1,00	0,323	-0,677	0,459	86,21
26	2020	1,16	0,96	0,310	-0,690	0,476	89,66
27	2021	1,17	0,96	0,308	-0,692	0,479	93,10
28	2022	1,45	0,60	0,193	-0,807	0,651	96,55
Сума	28	86,89		28,000	0,000	12,562	

Коефіцієнт варіації дорівнює $C_v = (12,562 / 27)^{0,5} = 0,682$

Відносна середня квадратична похибка величини витрати

$$\sigma_Q = 100 * 0,682 / (28)^{0,5} = 12,9 \%$$

Похибка, виражена в абсолютному вимірі

$$\Delta Q = 0,01 * 12,9 * 3,10 = 0,400 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$\text{Модуль стоку } M = 1000 * 3,10 / 1583 = 1,96 \text{ л}/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$$

Середній багаторічний об'єм річного стоку $W_{0=} 3,10 * 31,54 = 97,872$ млн.м³. Середній багаторічний шар стоку за рік $h_0 = 97,872 / (1000 * 1583) = 61,8$ мм.

Середньорічний модуль стоку для водозбору р. Говтва за вказаний період склав $M_a = 1,96$ л/с/км². Проте за останні 10 років спостережень він дорівнює $M_{a10} = 0,81$ л/с/км² (забезпеченість $P = 80\%$), що підтверджує незворотні процеси зміни клімату та тривалу маловодну фазу циклічних коливань водності, що наглядно показує різницева інтегральна крива $\Sigma(K_i - 1)/C_v$ річного стоку річки-аналога Говтва (рис.3.1).

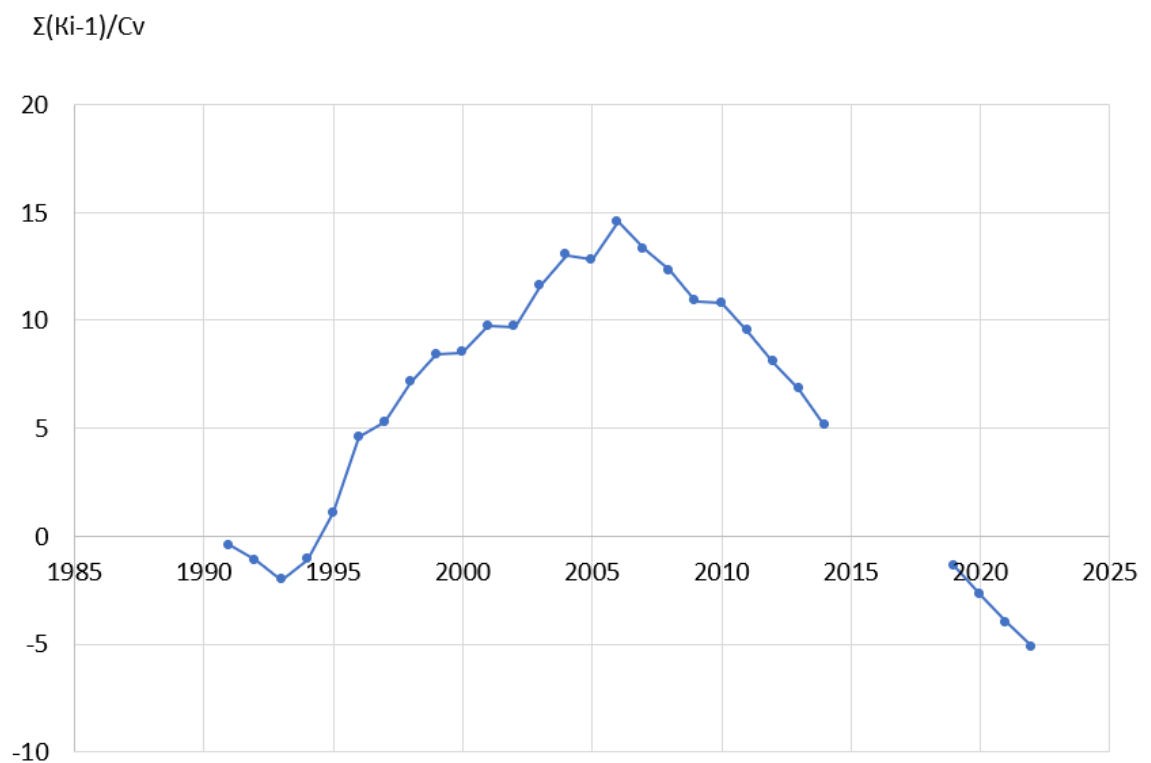


Рисунок 3.1 – Різницева інтегральна крива $\Sigma(K_i - 1)/C_v$ річного стоку річки-аналога Говтва

Коефіцієнт варіації річного стоку склав $C_v=0,68$. Середньоквадратична похибка розрахункового значення річного стоку склала 12%, що дещо перевищує вимоги ДБН В.2.4-8:2014 (п.6.1.2) .

Далі визначили статисти λ_1 та λ_2

Таблиця 3.2 – Розрахунок статистик λ_1 та λ_2 при визначенні параметрів кривої забезпеченості річного стоку

№ п/п	Рік	Qi сер, м3/с	Qi сер, у зменшеному порядку	$K_i = \frac{Q_i}{Q_0}$	lg(Ki)	Ki*lg(Ki)	Забезпеченість, % $P = \frac{100}{n+1}$
1	1991	2,47	8,33	2,684	0,429	1,150	3,45
2	1992	2,05	6,32	2,038	0,309	0,630	6,90
3	1993	1,78	5,93	1,911	0,281	0,538	10,34
4	1994	4,51	5,83	1,878	0,274	0,514	13,79
5	1995	6,32	5,72	1,844	0,266	0,490	17,24
6	1996	8,33	5,23	1,685	0,227	0,382	20,69
7	1997	4,14	5,02	1,619	0,209	0,339	24,14
8	1998	5,83	4,92	1,584	0,200	0,317	27,59
9	1999	5,02	4,51	1,453	0,162	0,236	31,03
10	2000	3,27	4,14	1,335	0,125	0,167	34,48
11	2001	4,92	3,27	1,054	0,023	0,024	37,93
12	2002	3,05	3,05	0,982	-0,008	-0,008	41,38
13	2003	5,93	2,99	0,964	-0,016	-0,015	44,83
14	2004	5,23	2,77	0,891	-0,050	-0,045	48,28
15	2005	2,77	2,47	0,795	-0,100	-0,079	51,72
16	2006	5,72	2,05	0,660	-0,181	-0,119	55,17
17	2007	1,22	1,78	0,574	-0,241	-0,138	58,62
18	2008	1,65	1,65	0,530	-0,275	-0,146	62,07
19	2009	0,96	1,45	0,466	-0,331	-0,154	65,52
20	2010	2,99	1,22	0,394	-0,404	-0,159	68,97
21	2011	1,18	1,22	0,394	-0,405	-0,159	72,41
22	2012	0,96	1,18	0,380	-0,420	-0,160	75,86
23	2013	1,22	1,17	0,375	-0,425	-0,160	79,31
24	2014	0,60	1,16	0,375	-0,426	-0,160	82,76
25	2019	1,00	1,00	0,323	-0,491	-0,159	86,21
26	2020	1,16	0,96	0,310	-0,509	-0,158	89,66
27	2021	1,17	0,96	0,308	-0,512	-0,158	93,10
28	2022	1,45	0,60	0,193	-0,715	-0,138	96,55
Сума	28	86,89	0	28,00	-3,0032	2,6724	

Значення статистик

$$\lambda_1 = -3,0032 / 27 = -0,1112$$

$$\lambda_2 = 2,6724 / 27 = 0,0990$$

З номограми [30] визначаємо C_v и співвідношення C_v та C_s

$$C_v = 0,68 ;$$

$$C_s = 2,5 C_v .$$

На основі C_v та $C_s:C_v$ побудована теоретична крива стоку (рис.3.2).

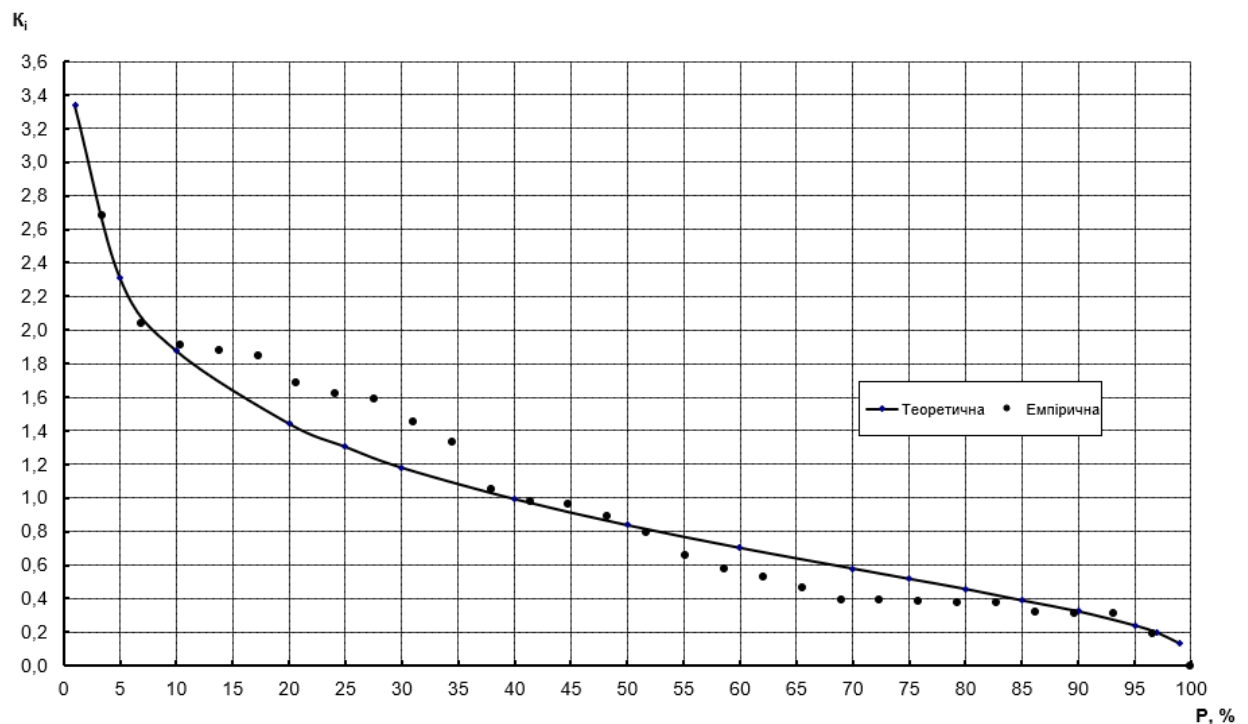


Рисунок 3.2 – Емпірична та теоретична криві забезпеченості річного стоку

Для встановлення років-моделей методом реального року в табл.3.3 сформовані дані по стоку за рік, лімітуючий період та сезон.

За цими даними визначили характерні роки за водністю: багатоводний - 2000 р., середній – 2002 р., маловодний – 2011 р., дуже маловодний – 2019 р.

Внутрішньорічний розподіл стоку на р. Говтва методом реального року наведений в табл.3.4.

Таблиця 3. – Розрахунок стоку за рік, лімітуючий період та сезон

№ п/п	Рік	Q _{сеп, рік}	Q _{міс, за рік}	ΣQ _{міс, за лімітуючий період}	ΣQ _{міс, за лімітуючий сезон}	Стік в зменшеному порядку						P=m/(n+1)·100%
						за рік		за лімітуючий період		за лімітуючий сезон		
						рік	ΣQ _{міс}	рік	ΣQ _{міс}	рік	ΣQ _{міс}	
1	1991	2,421	29,05	7,46	2,48	1996	99,98	2004	38,44	1994	25,34	3,4
2	1992	2,088	25,06	9,89	2,98	2003	77,47	1997	37,23	1998	22,34	6,9
3	1993	1,917	23	8,19	4,59	1998	77,18	2001	33,84	1997	15,11	10,3
4	1994	6,238	74,86	30,59	25,34	1994	74,86	1998	31,6	2001	12,22	13,8
5	1995	4,531	54,37	14,03	3,83	2006	68,27	1994	30,59	2022	10,3	17,2
6	1996	8,332	99,98	15,04	3,88	2001	64,21	2000	21,3	2003	9,99	20,7
7	1997	5,078	60,94	37,23	15,11	2004	61,25	2003	19,75	2004	8,5	24,1
8	1998	6,432	77,18	31,6	22,34	1997	60,94	2022	16,32	2000	7,01	27,6
9	1999	3,684	44,21	10,08	6,26	1995	54,37	1996	15,04	1999	6,26	31,0
10	2000	3,333	40	21,3	7,01	1999	44,21	1995	14,03	2005	5,54	34,5
11	2001	5,351	64,21	33,84	12,22	2000	40	2006	13,64	2006	5,15	37,9
12	2002	2,336	28,028	13,388	3,69	2010	35,38	2005	13,43	1993	4,59	41,4
13	2003	6,456	77,47	19,75	9,99	2005	30,22	2002	13,388	1996	3,88	44,8
14	2004	5,104	61,25	38,44	8,5	1991	29,05	1999	10,08	2009	3,84	48,3
15	2005	2,518	30,22	13,43	5,54	2002	28,028	1992	9,89	1995	3,83	51,7
16	2006	5,689	68,27	13,64	5,15	2022	25,42	2021	8,9	2002	3,69	55,2
17	2007	1,036	12,432	6,042	2,92	1992	25,06	2008	8,55	2012	3,48	58,6
18	2008	1,681	20,17	8,55	3,34	1993	23	2020	8,4	2008	3,34	62,1
19	2009	1,004	12,045	6,535	3,84	2008	20,17	1993	8,19	2010	3,32	65,5
20	2010	2,948	35,38	6,69	3,32	2021	15,9	2011	7,96	1992	2,98	69,0
21	2011	1,120	13,44	7,96	2,6	2013	13,669	1991	7,46	2007	2,92	72,4
22	2012	1,028	12,34	5,76	3,48	2011	13,44	2010	6,69	2011	2,6	75,9
23	2013	1,139	13,669	5,079	2,47	2020	12,47	2009	6,535	1991	2,48	79,3
24	2014	0,418	5,015	0,955	0,3	2007	12,432	2007	6,042	2013	2,47	82,8
25	2019	0,988	11,85	5,6	1,83	2012	12,34	2012	5,76	2021	2,25	86,2
26	2020	1,039	12,47	8,4	0,33	2009	12,045	2019	5,6	2019	1,83	89,7
27	2021	1,325	15,9	8,9	2,25	2019	11,85	2013	5,079	2020	0,33	93,1
28	2022	2,118	25,42	16,32	10,3	2014	5,015	2014	0,955	2014	0,3	96,6

Таблиця 3.4 – Внутрішньорічний розподіл стоку на р. Говтва (площа водозбору 1583 км², метод реального року)

Характеристика року	Витрата Q	Місячний стік											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Характерні роки-моделі													
Багатоводний, 25%	м ³ /с	3,5	10,8	6	1,9	0,71	0,84	3,16	1,92	2,38	2,46	2,82	3,51
2000	%	8,75	27,00	15,00	4,75	1,78	2,10	7,90	4,80	5,95	6,15	7,05	8,78
Середній	м ³ /с	2,19	7,59	3,73	3,32	1,93	0,52	0,14	0,098	0,65	3,37	2,99	1,5
2002	%	7,81	27,08	13,31	11,85	6,89	1,86	0,50	0,35	2,32	12,02	10,67	5,35
Маловодний, 75%	м ³ /с	1,2	1,65	2,27	1,56	0,7	1,68	1,06	0,4	0,38	0,47	0,67	1,4
2011	%	8,93	12,28	16,89	11,61	5,21	12,50	7,89	2,98	2,83	3,50	4,99	10,42
Дуже маловодний, 90%	м ³ /с	1,05	3,5	1,8	0,95	1,02	1	0,4	0	0,28	0,47	0,6	0,78
2019	%	8,86	29,54	15,19	8,02	8,61	8,44	3,38	0,00	2,36	3,97	5,06	6,58

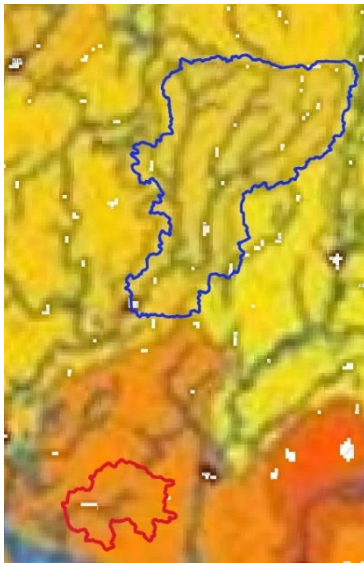
Таблиця 3.5 – Внутрішньорічний розподіл стоку (%) методом реального року (р. Говтва, 1991-2022 рр., з розривом, 28 років спостережень)

Водність року	Місяць											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	8,75	27,00	15,00	4,75	1,78	2,10	7,90	4,80	5,95	6,15	7,05	8,78
2	7,81	27,08	13,31	11,85	6,89	1,86	0,50	0,35	2,32	12,02	10,67	5,35
3	8,93	12,28	16,89	11,61	5,21	12,50	7,89	2,98	2,83	3,50	4,99	10,42
4	8,86	29,54	15,19	8,02	8,61	8,44	3,38	0,00	2,36	3,97	5,06	6,58

Тут водність року: 1 – багатоводний; 2 – середній, 3 – маловодний, 4 – дуже маловодний.

З аналізу табл. 3.4 та 3.5. видно, що відбулось явне зміщення найбільш водного періоду з квітня на березень місяць.

При відсутності даних спостережень на р. Сухий Кобелячок для отримання параметрів річного стоку за річкою-аналогом використаний метод інтерполяції між опорними точками. Вихідними є дослідження інституту водних проблем і меліорації (ІВПіМ) (Шевчук, 2016, https://www.researchgate.net/publication/342465955_Vodni_resursi_Ukraini_ta_sucasni_metodi_doslidzen_vodnih_ekosistem) щодо норми модуля стоку з басейнів річок України (рис.3.3).



Для центру водозбору р. Говтва (синій контур) $M_{0a}=1,62-1,88$ л/(с*км²), для центру водозбору р. Сухий Кобелячок (червоний контур) $M_0=1,38-1,62$ л/(с*км²).

Рисунок 3.3 – Норма модуля стоку для річки-аналога (синя межа водозбору) та р. Сухий Кобелячок (червона межа), ІВПіМ (Шевчук, 2016; обробка - QGIS)

Для визначення коефіцієнта варіації річного стоку р. Сухий Кобелячок використана формула Воскресенського (1962)

$$C_v = \frac{A}{M_0^{0,4} (F + 1000)^{0,1}}, \quad (3.1)$$

де : А – параметр, що визначається за відомим значенням C_v річки-аналога; M_0 – норма модуля стоку, F – площа водозбору річки.

Для р. Говтва $A=0,68*1,98^{0,4}*(1583+1000)^{0,1}=1,96$.

Коефіцієнт варіації річного стоку р. Сухий Кобелячок

$C_v = 1,96/(1,62^{0,4}*(291+1000)^{0,1})=0,79$.

Виходячи з довідникових даних середній річний стік для розрахункового нижнього створу досліджуваної ділянки р. Сухий Кобелячок можна характеризувати наступними даними:

1.	Площа басейну,	км ²	291
2.	Відстань від гирла до розрахункового створу,	км	11,4
3.	Середня багаторічна витрата, Q_0	м ³ /с	0,47
4.	Мінімальна розрахована середньорічна витрата	м ³ /с	Визначається підземним живленням
5.	Середній багаторічний модуль стоку, M_0	л/с/км ²	1,62
6.	Середній річний шар стоку, H_0	мм	51
7.	Середній річний об'єм стоку, W ,	млн. м ³	14,8
8.	Коефіцієнт варіації річного стоку, C_v		0,79
9.	Коефіцієнт асиметрії, C_s		$2,5C_v$

Внутрішньорічний розподіл стоку р. Сухий Кобелячок визначений за даними річки-аналогу за характерними по водності роками (див. табл.3.5), власними моментами розподілу стоку: Q_0 , C_v , та співвідношення $C_s = 2,5C_v$, і наведений в табл.3. 6.

В середній за водністю рік максимальна середньомісячна витрата (лютий) складе 1,53 м³/с .

В лімітуючий період гостропосушливого року стік р. Сухий Кобелячок може бути відсутній.

Таблиця 3.6 – Внутрішньорічний розподіл стоку р. Сухий Кобелячок, метод реального року за річкою-аналогом

Водність року	Місяць												Середня Витрата за рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Витрата, (м ³ /с)													
1	0,68	2,09	1,16	0,37	0,14	0,16	0,61	0,37	0,46	0,48	0,54	0,68	0,64
2	0,44	1,53	0,75	0,67	0,39	0,10	0,03	0,02	0,13	0,68	0,60	0,30	0,47
3	0,21	0,29	0,40	0,28	0,12	0,30	0,19	0,07	0,07	0,08	0,12	0,25	0,20
4	0,10	0,35	0,18	0,09	0,10	0,10	0,04	0,00	0,03	0,05	0,06	0,08	0,10
Об'єм стоку, млн.м ³													
1	1,78	5,48	3,05	0,96	0,36	0,43	1,60	0,97	1,21	1,25	1,43	1,78	20,31
2	1,16	4,01	1,97	1,76	1,02	0,28	0,07	0,05	0,34	1,78	1,58	0,79	14,83
3	0,56	0,76	1,05	0,72	0,32	0,78	0,49	0,19	0,18	0,22	0,31	0,65	6,23
4	0,28	0,92	0,47	0,25	0,27	0,26	0,11	0,00	0,07	0,12	0,16	0,20	3,11

Тут водність року: теж, що і в табл.3.5.

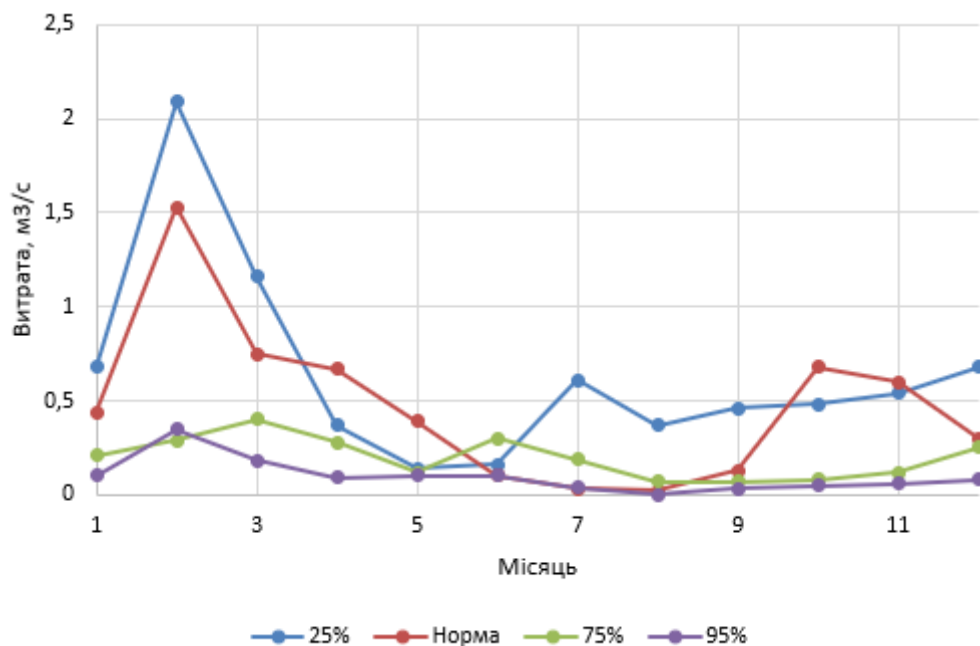


Рисунок 3.3 – Водність р. Сухий Кобелячок за роками-моделями

3.2 Визначення максимальної витрати та об'єму стоку весняного водопілля для р. Сухий Кобелячок в розрахункових створах

Досліджуючи стік за даними річки-аналогу – Говтви, констатуємо факт, що весняні повені спостерігаються не кожного року. Проте їх розрахункові характеристики для високих забезпеченостей можуть бути критичними для експлуатації існуючих ГТС на ділянці дослідження р. Сухий Кобелячок.

Саме розрахункові характеристики максимального стоку важливі для проектування гідрологічного режиму. Вишневський П.Ф. рекомендує розрахунки проводити «за формулою граничної інтенсивності» [38]

$$Q_p = 0,28 \cdot a_m \cdot \varphi \cdot F \cdot r \cdot \lambda, \quad (3.2)$$

де Q_p – максимальна миттєва витрата води в розрахунковому створі ($\text{м}^3/\text{с}$) забезпеченістю $P\%$;

a_m – максимальна інтенсивність водовіддачі талого стоку (мм/год);

φ – коефіцієнт редукції модуля максимальної витрати;

F – площа водозбору, км^2 ;

r – коефіцієнт, що враховує зарегулювання стоку водосховищами та ставками;

λ – перехідний коефіцієнт від 1%-вої забезпеченості;

Визначення складових формул (3.2) роз'яснено в [38].

Результати розрахунку максимальних витрат і об'ємів стоку весняних повеней в нижньому створі досліджуваної ділянки р. Сухий Кобелячок наведені в табл. 3.7 та додатку Б.

Зменшення інтенсивності весняних повеней спостерігається по всіх річках України і пов'язано з глобальним потеплінням клімату, зменшенням накопичення снігу взимку. Цей процес характерний і для річки-аналогу, на рис.3.4 наведені максимальні витрати повені за даними в/п Михнівка на р. Говтва. Очевидно такі ж тенденції зменшення максимального стоку характерні і для р. Сухий Кобелячок.

Таблиця 3.7 – Максимальні витрати і об'єми стоку весняних повеней
р. Сухий Кобелячок (нижній створ)

Розрахункові створи	Забезпеченість Р, %					
	0,5	1	3	5	10	25
р. . Сухий Кобелячок , нижній створ, $F_{\text{бас.}}=291 \text{ км}^2$						
Максимальна витрата, $\text{м}^3/\text{с}$	81	68	51	44	32	17
Об'єм стоку повені, млн. м^3	31	27	19	15,6	9,8	4,2
Трансформована максимальна витрата, $\text{м}^3/\text{с}$	40	33	22	17	8	

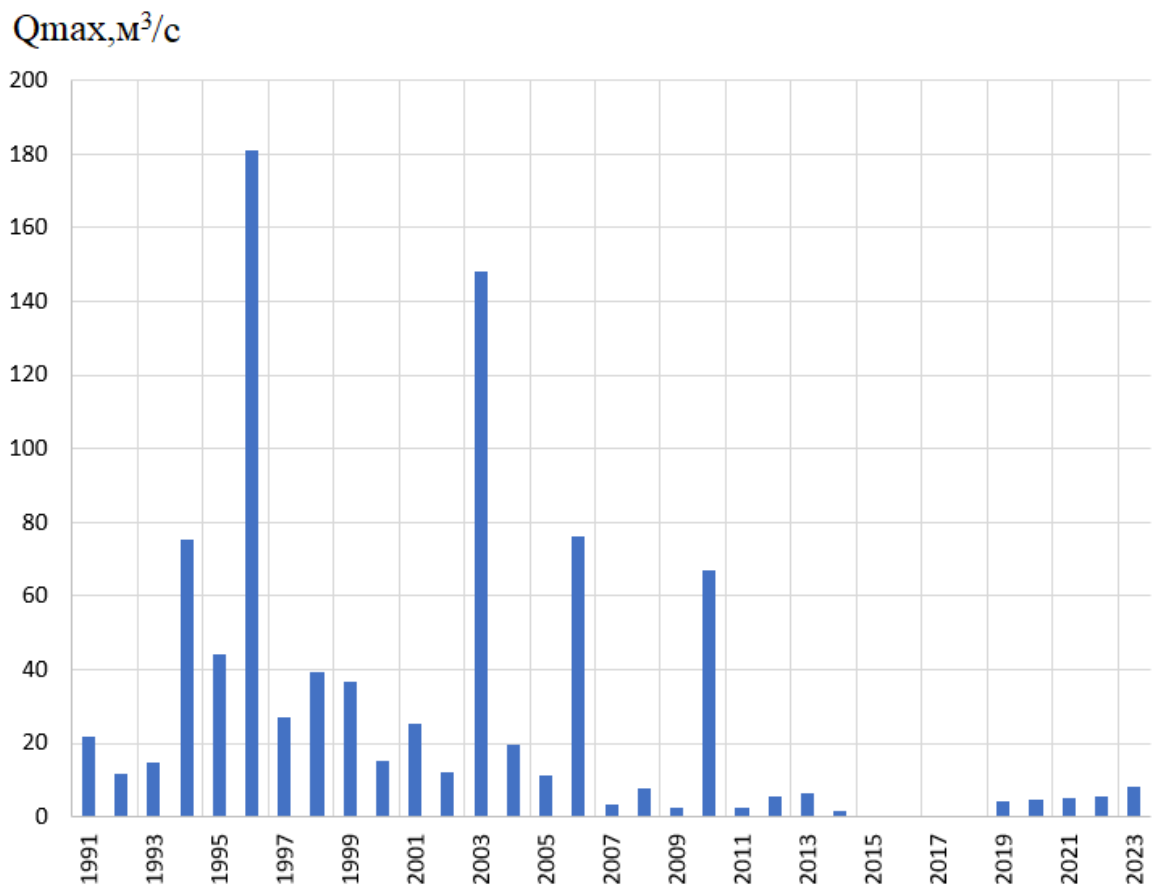


Рисунок 3.4 – Максимальні середньодобові витрати весняної повені р.
Говтва, в/п Михнівка (за 2015-2018 рр. дані спостереження відсутні)

3.3 Зливовий паводок – розрахунок максимальної витрати та об'єму стоку

За географічним положенням басейн р. Сухий Кобелячок розташований в зоні розвинутої зливної діяльності. Тут фактично щорічно випадають великі зливи (50 мм і більше). Характерними для всієї території є різке коливання інтенсивності дощу за короткі відрізки часу. Максимальна інтенсивність досягає 7 мм/хв [38].

Інтенсивність зливових паводків по р. Сухий Кобелячок, «за рахунок малої площі водозбору та відповідно високого значення коефіцієнту редукції для водозбору в цілому, може бути порівняна з інтенсивністю весняних повеней» [38]. В останній період, в зв'язку з кліматичними змінами та відсутністю сніжних зим, зливі опади набувають вирішального значення при проектуванні водопропускних ГТС на малих річках, площею до 200 км² особливо.

За відсутності даних спостережень за максимальним зливовим стоком розрахунки проведені «як для випадку відсутності спостережень за ключовим фактором утворення максимальної витрати паводку – *максимальної зливної водовіддачі* та за *коефіцієнтом редукції максимального зливого стоку*» використовуючи дані річки-аналога. За останню прийнята р. Говтва [38], водозбір якої в басейні Псел, а площа водозбору по в/п с. Михнівка 1583 км², що в 5,4 рази більше площі р. Сухий Кобелячок, проте не суперечить вимогам до вибору річки-аналогу.

Розрахунок максимальних дощових витрат проведений за формулою, розробленою П.Ф. Вишневським [38, ф-ла (44)].

Основні результати зливого стоку наведені в табл. 3.5 та додатку Б.

Таблиця 3.5 – Максимальні витрати і об’єми стоку дощових паводків р. Сухий Кобелячок (розрахунковий нижній створ)

Розрахункові створи	Забезпеченість Р, %					
	0,5	1	3	5	10	25
р. Сухий Кобелячок, нижній створ, $F_{\text{бас.}}=291 \text{ км}^2$						
Максимальні витрати, $\text{м}^3/\text{с}$	69	59	41	35	25	15
Об’єм стоку повеней, млн. м^3	14,1	12,1	8,4	7,2	5,2	3,0
Трансформована максимальна витрата, $\text{м}^3/\text{с}$	40	30	12	6		

Таким чином зливовий максимум (витрата) не суттєво менший максимуму повені, проте об’єми стоку відрізняються в 2 рази на користь повені, тому обґрунтування максимальних рівнів та трансформація максимального стоку виконано саме на витрату весняної повені.

3.4 Трансформація максимального стоку

Широка заплава р. Сухий Кобелячок як на досліджуваній ділянці так і вище за течією підвищує рівень регулюючого впливу ставків та заболочених територій на максимальні витрати води та розтягне максимальний стік в часі. При відсутності спостережень за максимальним стоком можливо використати наближений метод Д.І. Кочеріна.

При схематизації гідрографа повені за трикутником, максимальна скидна витрата визначається відповідно до формули

$$q_{\text{max}} = Q_{\text{max}}(1 - V_{\text{ФПГ}}/W_n), \quad (3.3)$$

де: Q_{max} – природна максимальна середньодобова витрата повені; $V_{\text{ФПГ}}$ – можливий об’єм регулювання ставками та заболоченою заплавою; W_n – об’єм стоку розрахункової повені.

Метод рекомендують використовувати послідовно за кожним вище розташованим від розрахункового створу об’єктом по річці, спроможним

трансформувати стік (ставок, водосховище, заболочена заплава) визначаючи скидну максимальну витрату q_{max_i} .

Максимальну середньодобову скидну витрату в замикаючому створі системи ставків та заболочених територій (як на р. Сухий Кобелячок) також рекомендують визначати за узагальненою формулою

$$q_{max\ c} = r_c Q_{max\ c}, \quad (3.4)$$

де: r_c – коефіцієнт регулюючого впливу (трансформації) системи акумулюючих ємкостей; $Q_{max\ c}$ - максимальна трансформована витрата в замикаючому створі,

$$r_c = 1 - \sum V_{ФПГ} / W_n, \quad (3.5)$$

На водозборі р. Сухий Кобелячок в основному руслі вище дослідної ділянки розташовані 4 крупних ставка до дослідної ділянки (див. рис.2.4) та декілька дрібних. Загальна площа водного дзеркала яких 0,7 км², заболоченої території на цій частині водозбору 285 га.

Регулюючий об'єм для дослідної ділянки, визначений вище, становить 1,32 млн.м³ при визначених інженерно-геодезичними вишукуваннями напорами форсіровки 1-1,3 м.

За аналогічними напорами, вище розрахункового створу з врахуванням збільшення дзеркала води при затопленні на 30-35% (рельєф), об'єм регулювання складе 4,2-5,4 млн. м³. Тоді сумарний регулюючий об'єм може скласти в середньому $V_{ФПГ} = 6$ млн.м³.

Для переходу «від миттєвої максимальної витрати до середньодобової» (ДБН В.2.4-8:2014, п.9.4.2, додаток Є) перехідний коефіцієнт дорівнює $k_t = 1,62$.

Значення розрахованих середньодобових трансформованих витрат весняної повені різної забезпеченості наведені в табл. 9, дощового паводку – в табл. 3.6. Для 5%-вої забезпеченості (основний розрахунковий випадок для ГТС класу наслідків СС1) середньодобова трансформована скидна витрата весняної повені становить $q_{max\ c} = 17$ м³/с.

Для побудови гідрографа максимального стоку та трансформованого гідрографа ставками та заболоченою заплавою для дослідної ділянки прийемо схематизацію гідрографа повені за трикутником.

Коефіцієнт несиметричності гідрографа стоку K_S залежить від площі водозбору і для р. Сухий Кобелячок ($F=291 \text{ км}^2$), як для малих водозборів, дорівнює 0,5, тобто тривалості підйому повені і її спадаюча фаза однакові; Модуль середньодобової витрати $i\%$ -ої ймовірності перевищення, обчислений за формулою $q = Q/F$; коефіцієнт дружності повені визначають за формулою $K_D = q/h$; умовну тривалість підйому гідрографа повені t_n визначаємо з номограми $t_n = f(K_S, K_D)$. Для випадку схематизації гідрографа повені за трикутником тривалість підйому повені буде дещо меншою, це враховано в розрахунках, які наведені в табл. 3.6 та рис.3.5.

Таблиця 3.6 – Параметри гідрографів максимального стоку

Показник	Забезпеченість максимального стоку, %			
	1	5	10	25
Модуль середньодобової витрати q , л/(с·км ²).	234	150	110	58
Коефіцієнт дружності повені K_D	2,34	2,54	2,97	3,65
Тривалість підйому гідрографа повені t_n , діб	7,5	6,7	5,8	4,7
Тривалість підйому трансформованого гідрографа повені $t_{n \text{ тр}}$, діб	9,5	10,6	14,2	
Максимальна середньодобова витрата повені, м ³ /с	42	27	20	10,5
Максимальна середньодобова трансформована витрата повені, м ³ /с	33	17	8	-
Об'єм стоку повені, млн. м ³	27	15,6	9,8	4,2

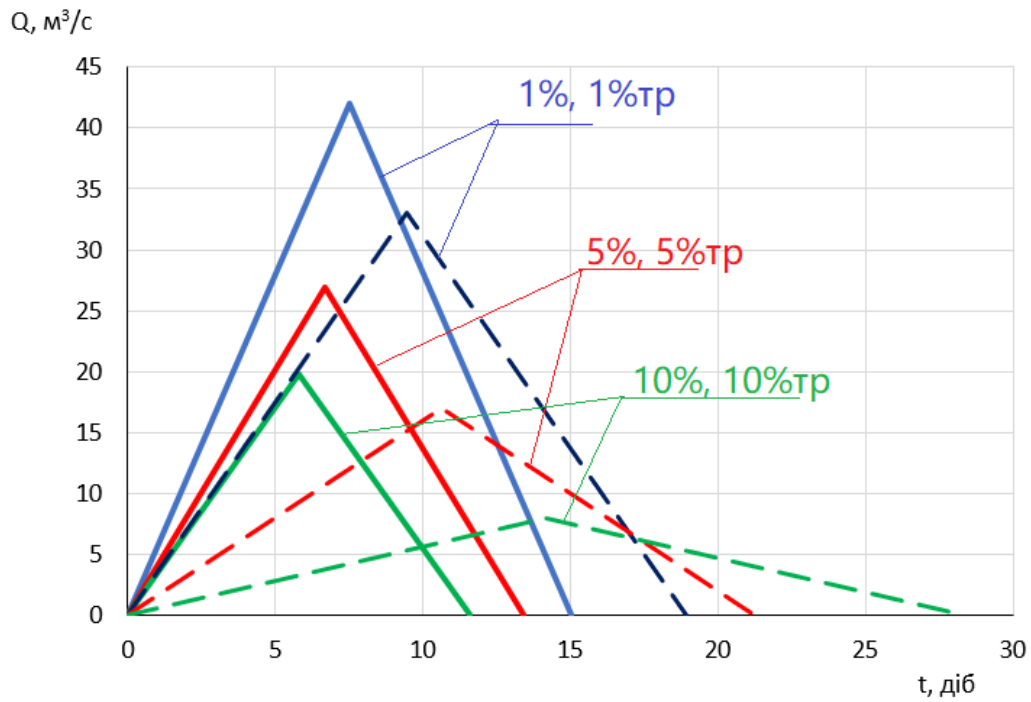


Рисунок 3.5 – Схематизовані гідрографи весняної повені різної забезпеченості: розраховані та трансформовані (тр)

Таким чином розрахункова трансформована витрата розрахункової 5%-вої забезпеченості для водоскидів гідровузлів склала 17 м³/с, перевірна витрата 1%-вої забезпеченості – 33 м³/с.

4 ГІДРАВЛІЧНІ РОЗРАХУНКИ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ ВОДОСКИДНИХ СПОРУД

4.1 Визначення регулюючого об'єму водних об'єктів на р. Сухий Кобелячок

Гідравлічними розрахунками необхідно встановити відповідність роботи водоскидних споруд гідровузлів в зоні планової розчистки русла на р. Сухий Кобелячок пропуску максимальних витрат повені.

На рис. 4.1 показані розрахункові створи для яких проводимо гідравлічний розрахунок.

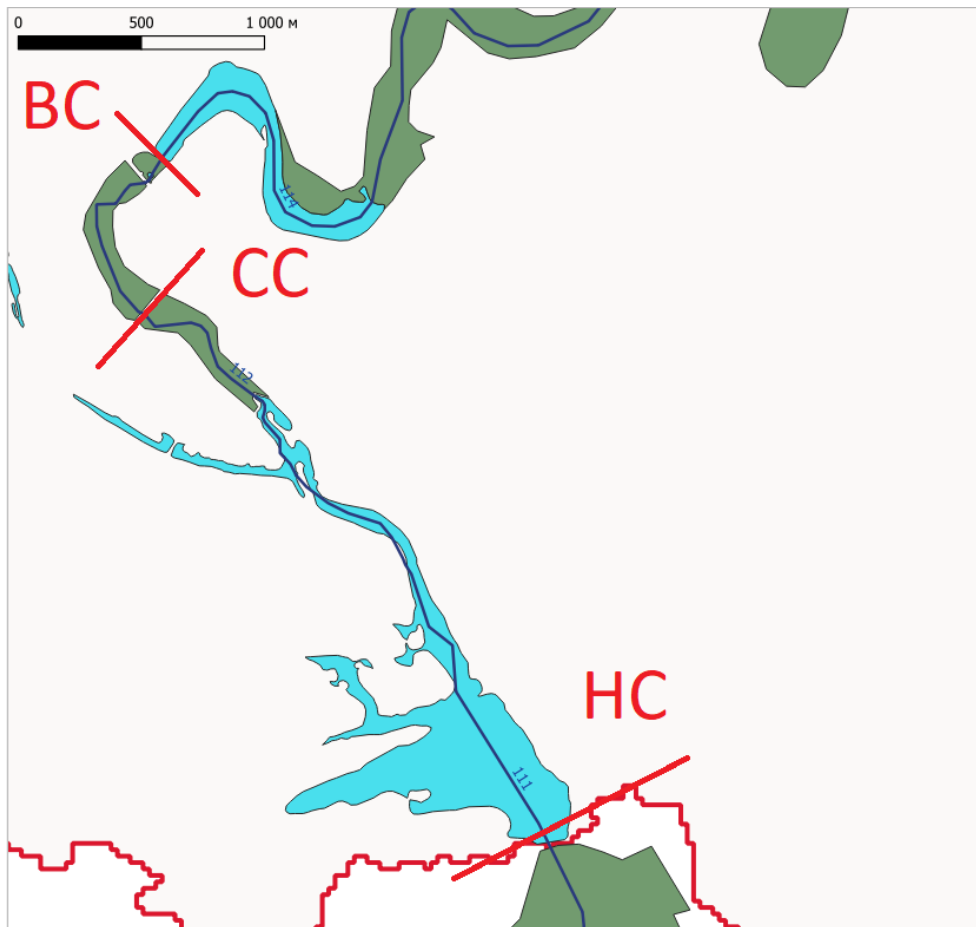


Рисунок 4.1 – Розрахункові створи в зоні розчищення ділянки р. Сухий Кобелячок: верхній (BC), середній (CC), нижній (NC)

Значення регулюючих об'ємів прийняті для всіх трьох створів гребель вище за течією. Для визначення регулюючого об'єму ставків та заболочених заплав за результатами інженерно-геодезичних вишукувань встановили граничні відмітки наповнення за умови не переливу води через земляні греблі (рис.4.2) та відповідні цим відміткам площі водного дзеркала (рис.4.3). За нормативний горизонт прийняті наявні рівні води на об'єкті, визначені інженерно-геодезичними вишукуваннями (додаток Б).

Розрахункові параметри для визначення регулюючого об'єму ставків представлені в табл. 4.2.

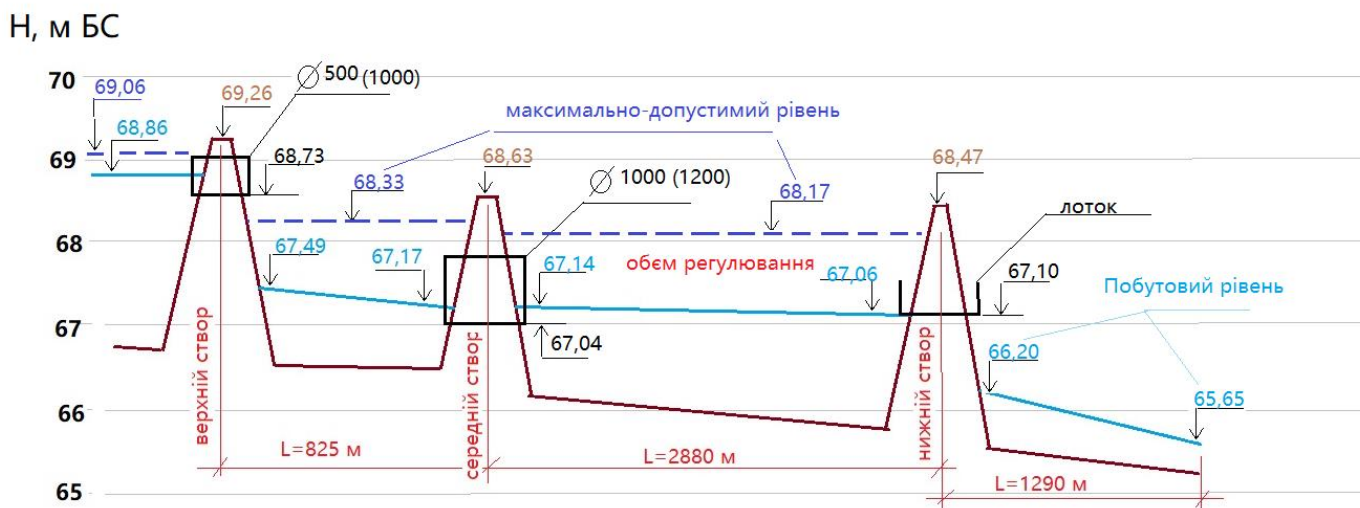


Рисунок 4.2 – Схема до гідравлічного розрахунку та визначення об'єму регулювання на р. Сухий Кобелячок в розрахункових створах

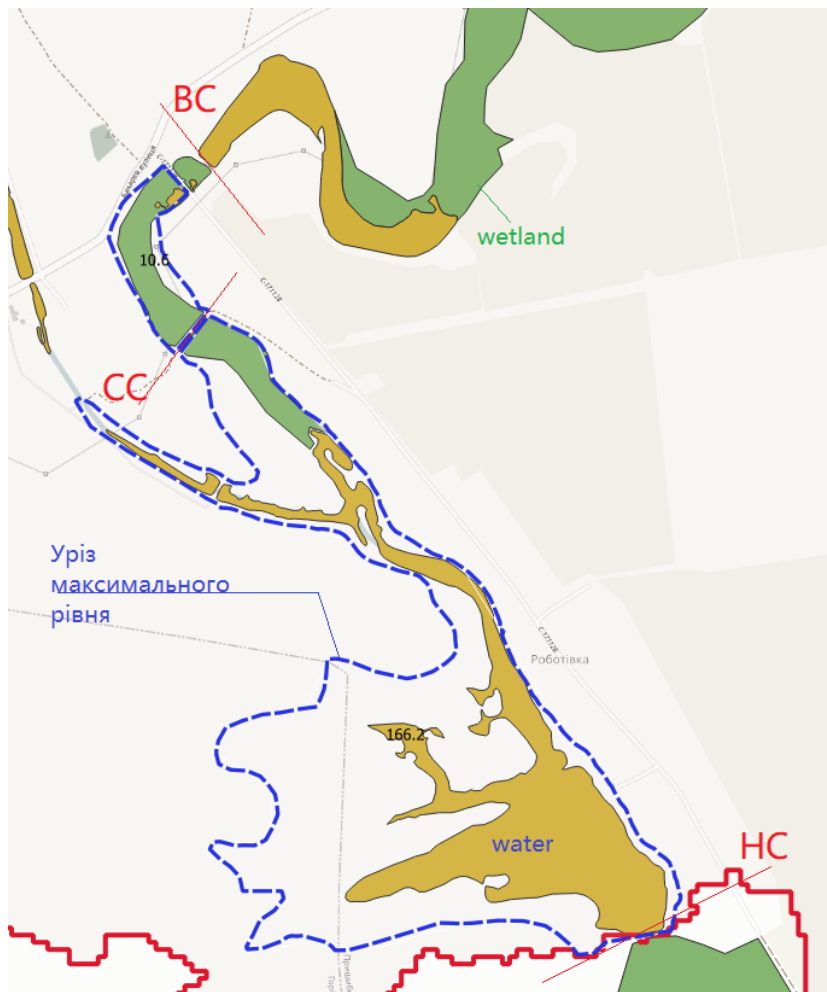


Рисунок 4.3 – Межі допустимого затоплення (максимальний рівень, рис. 8) в зоні розчищення ділянки р. Сухий Кобелячок між верхнім (BC) та нижнім (HC) створами (QGIS, результати інженерно-геодезичних вишукувань)

Таблиця 4.1 – Розрахункові параметри визначення регулюючого об'єму в розрахункових створах

Показник	Методика визначення	Вище середнього створу (CC)	Вище нижнього створу (HC)
Площа дзеркала водних об'єктів при побутовому рівні, га	QGIS	8,7	56,4
Площа дзеркала водних об'єктів при ФПГ, га	QGIS	10,6	166,2
Проектна глибина регулювання h_p , м	ФПГ-НПГ	1,0	1,1
Об'єм регулювання V_p , млн.м ³	$V_p = S_{cp} * h_p$	0,097	1,22

4.2 Рівневий режим на зарегульованих ставках в зоні розчистки

Рівень води – «висота поверхні води водного об'єкти над умовною горизонтальною площиною, узятою для порівняння» [38]. Рівень води – важливий елемент водного режиму. Від його висоти залежить глибина та ширина водойми, площа водного перерізу, похили, швидкості течії, витрати води. «Коливання води у водоймах тісно пов'язане з характером живлення. Проте на режим рівнів водотоків значний вплив мають і морфологічні особливості будови русла (характер та розміри поперечного профілю, похили, заплави)» [29]. Характерні поперечні перерізи русла на дослідній ділянці побудовані на підставі інженерно-геодезичних вишукувань і наведені на рис. 4.4. Русло річки в розрахункових створах сильно заросло, звивисте, по берегах щільна болотна та деревовидна рослинність, водна поверхня не проглядається скрізь рослинність на 50% і більшій частині площі. Живий переріз, за оцінками, складає 20-65% поперечного перерізу річки, а подекуди поперечний переріз повністю заріс. Побутовий рівневий режим (03.2023) встановлюється на законах балансової рівноваги. Витратна частина переважає над прихідною, тому русло фрагментоване. Земляні греблі практично поділили русло на окремі водойми. Таким руслам притаманний значний гідравлічний опір. І русло і заплава спроможні чинити опір, що призведе до явищ підпору як в верхньому так і в нижньому б'єфах. Орієнтовне значення коефіцієнта шорсткості для таких русел $n=0,07-0,09$ [40]. Оголовки водоскидних споруд (труби) в більшості розташовані вище побутового рівня води.

Максимальні рівні води в розрахункових створах ділянки русла р. Сухий Кобелячок встановлюються на природних законах рівноваги русла та течії та також визначатимуться пропускною здатністю водоскидних споруд. Розрахунки по руслу виконані по формулі рівномірного руху води у відкритих руслах [40]

$$Q = \omega C (RI)^{0.5}, \quad (4.1)$$

де: ω – площа живого перерізу в розрахунковому створі, м²;

C – коефіцієнт Шезі, м^{0.5}/с;

R – гідравлічний радіус, м;

I – гідравлічний похил водної поверхні

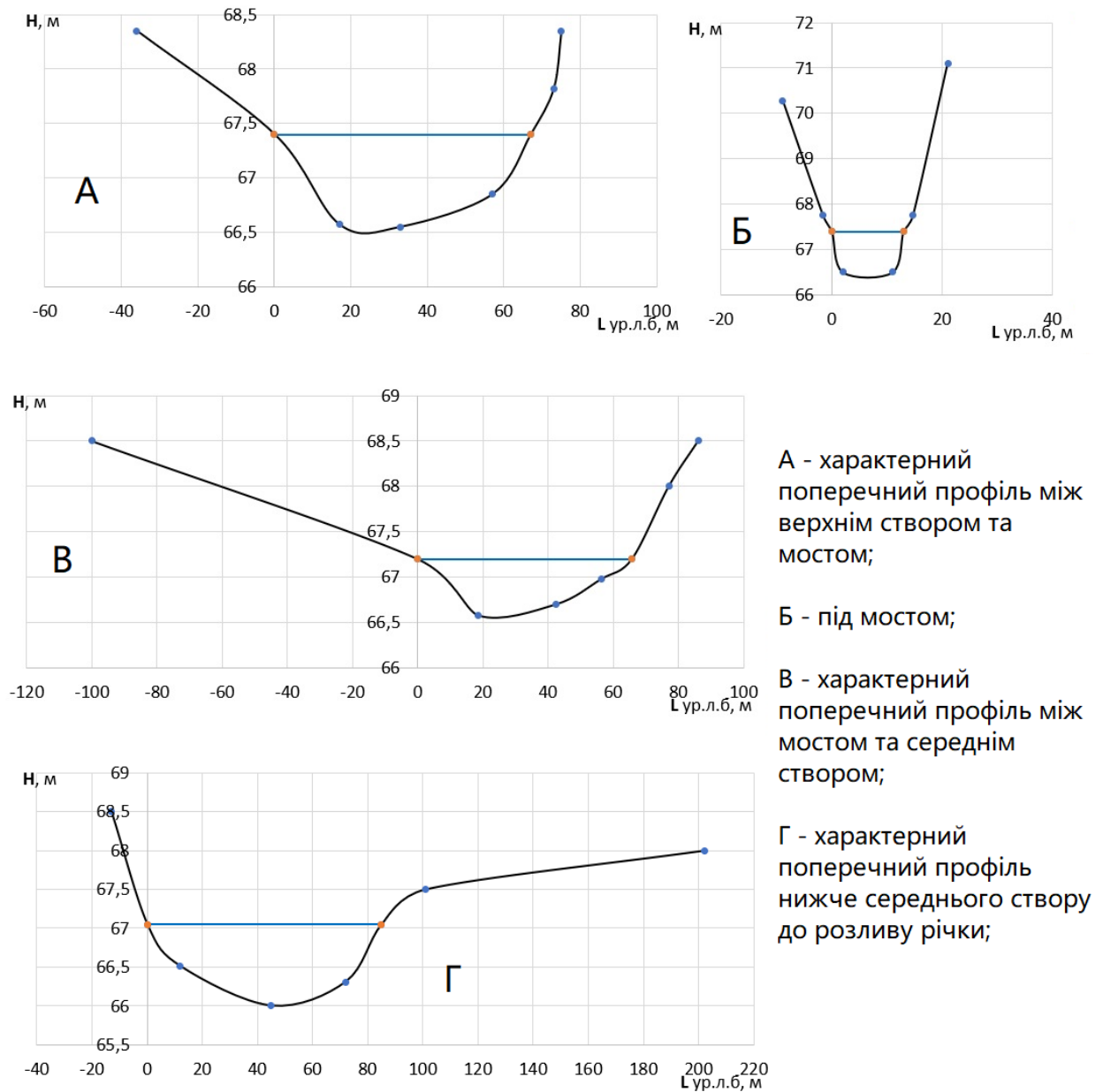


Рисунок 4.4 – Типові профілі поперечного перерізу досліджуваної ділянки р. Сухий Кобелячок (за результатами інженерно-геодезичних на гідрографічних вишукувань)

Розрахункова формула для мосту відповідає умовам протікання води через водозливи з широким порогом при сильному ступені підтоплення:

$$Q = ab\varphi_{\text{п}}h_{\text{п}}*(2g(H-h_{\text{п}}))^{0.5}, \quad (4.2)$$

де:

a – коефіцієнт, що враховує перепад відновлення, залежить від співвідношення площі живого перерізу мостового прольоту до площі живого перерізу в нижньому б'єфі, і для плавного входу мосту $a=1,45$;

$\varphi_{\text{п}}$ – коефіцієнт швидкості затопленого водозливу, $\varphi_{\text{п}}=0,95$;

b – ширина по урізу води русла в створі мосту (визначена з врахуванням змінного профілю і приведена до площі живого перерізу), м;

H –глибина води (напір) перед мостом, м.

$h_{\text{п}}$ –глибина підтоплення (глибина за мостом), м.

Розрахункова формула для водоскиду-лотка на нижньому створі відповідає умовам протікання води через водозливи з широким порогом і має вид [40]:

$$Q = \sigma_{\text{п}}mB*(2g)^{0.5} H^{1.5}, \quad (4.3)$$

де:

$\sigma_{\text{п}}$ – коефіцієнт підтоплення: врахування особливостей пропуску максимальний витрат в стіснених та забудованих умовах нижнього б'єфу, $\sigma_{\text{п}}=1,0-0,6$;

m – коефіцієнт витрати для водозливу з широким порогом, $m=0,32$;

B^* – ширина по урізу води русла в створі мосту (визначена з врахуванням змінного профілю (див. рис. 4.5) і приведена до площі живого перерізу);

H –напір на гребні водозливу, м.

Розрахункова формула для трубчастих водоскидів має вид [40]:

$$Q = \mu\omega*(2gZ)^{0.5}, \quad (4.4)$$

де:

μ – коефіцієнт витрати, зворотно пропорційний коефіцієнту опору труби, залежить від діаметра та довжини і для трубчастих водоскидів на об'єкті рівний $\mu = 0,66-0,86$;

ω – площа живого перерізу труби, m^2 ;

Z – напір на трубці, м.

Розрахунки наведені в табл. 4.2 та 4.3. Виконані за умови роботи всіх водоскидних труб. Однак на час проведення інженерних вишукувань деякі труби були замулені (додаток В).

Задача гідравлічного розрахунку мосту полягала у визначенні перепаду рівнів в б'єфах, які склали: для побутового рівня води – 0,03м, для пропуску $Q_{\max 10\%} = 0,05$ м.

За результатами гідравлічного розрахунку побудований поздовжній профіль русла р. Сухий Кобелячок (рис. 4.5).

Формування великої повені (забезпеченістю 10% і менше) тривалий процес. Період водовіддачі талої води, за даними річки-аналога Говтва, складає 4,5 дні, період підйому витрати до максимальної близький до величини швидкості добігання хвилі повені до розрахункового створу 2,7 доби (див. табл.4.3). За цей час певна кількість стоку буде скинута в нижні б'єфи за розрахункові створи

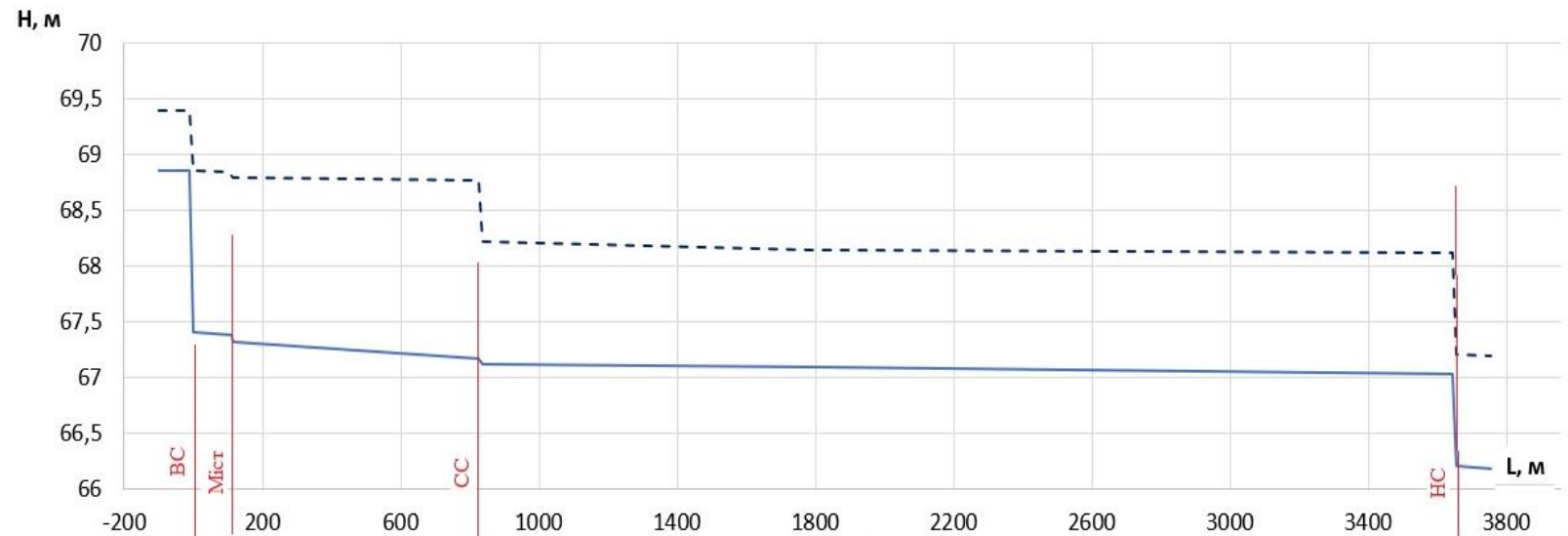
Таблиця 4.2 – Гідралічний розрахунок водоскидних споруд

Нижній створ, НС	Рівень ВБ МАХ =	68,12		гребінь _{мін} =68,47 м		Запас над гребнем греблі=0,35 м	
Водоскид	Д1	Д2	Д3		Лоток		Сумарна пропускна здатність
Відмітка <u>низу труби</u> , або рівня води в НБ, м	67,69	67,68	66,73		67,1		
Діаметр, ширина лотка, м	0,8	0,8	0,8		3,7		
Коефіцієнт витрати	0,85	0,85	0,85		0,35		
Напір, м	0,43	0,44	1,39		1,02		
Витрата, м ³ /с	1,24	1,25	2,23		5,91		
Середній створ, СС	Рівень ВБ МАХ =	68,72		гребінь _{мін} =68,77 м		Запас над гребнем греблі =0,05 м	
Водоскид	Д1	Д2	Д3	Д4	Д5		Сумарна пропускна здатність
Відмітка низу труби, або <u>рівня води</u> в НБ, м	68,22	68,22	68,22	68,22	68,22		
Діаметр труби, м	1,2	1,2	1	1	0,5		
Коефіцієнт витрати	0,86	0,86	0,81	0,81	0,66		
Напір, м	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5		
Витрата, м ³ /с	3,05	3,05	1,99	1,99	0,41		
Верхній створ, ВС	Рівень ВБ МАХ =	69,22		гребінь=69,22 м		перелив	
Водоскид	Д1	Д2	Д3	Д4	Д5	Д6	Сумарна пропускна здатність
Відмітка низу труби, або <u>рівня води</u> в НБ, м	68,85	68,85	68,85	68,85	68,85	68,85	
Діаметр труби, м	1	1	1	0,5	0,5	0,5	
Коефіцієнт витрати	0,82	0,82	0,82	0,72	0,72	0,72	
Напір, м	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	
Витрата, м ³ /с	1,73	1,73	1,73	0,38	0,38	0,38	

Тут Ді – номер труби на розрахунковому створі (греблі)

Таблиця 4.3 – Гідравлічний розрахунок русла р. Сухий Кобелячок

Гідравлічний параметр	Верхній створ		Середній створ		Нижній створ	
	побутовий рівень	Q _{max10%}	побутовий рівень	Q _{max10%}	побутовий рівень	Q _{max10%}
Шорсткість русла, n	0,09	0,09	0,065	0,065	0,09	0,08
Похил	0,0002	0,00007	0,000216	0,00002	0,000083	0,000083
Заростання русла, %	45	45	20	20	60	51
Відмітка поверхні води, м	67,4	68,88	67,2	68,77	67,05	68,12
Площа живого перерізу, м ²	22,0	89,9	20,1	178,8	28,5	91,2
Змочений периметр, м	36,9	53,7	52,6	149,2	34,0	83,0
Гідравлічний радіус, м	0,60	1,67	0,38	1,20	0,84	1,10
Коефіцієнт Шезі, м ^{0,5} /с	10,2	12,1	13,1	15,9	10,8	12,7
Витрата, м ³ /с	2,5	11,8	2,4	13,9	2,6	11,1



Випадок	Відстань від постійного початку L, м	-100	0	112	825	1785	3645	3755
Побутовий	Відмітка рівня води Н, м	68,86	67,4	67,38	67,17	67,09	67,03	66,2
	Гідралічний похил, ‰		0,18		0,21		0,083	
Максимальний 5%	Відмітка рівня води Н, м	69,39	68,85	68,84	68,77	68,14	68,12	67,2
	Гідралічний похил, ‰		0,1		0,028		0,083	

Рисунок 4.5 – Рівні води на дослідній ділянці русла р. Сухий Кобелячок (верхній рівень – відповідає пропуску зарегульованої витрати повені 10%-вої забезпеченості; нижній – побутовий в період проведення вишукувань : березень 2023 р.)

Найбільш проблематичними з точки зору скиду води в НБ є водоскидні труби верхнього створу. На сьогодні їх там 6 шт. Великі 3 труби замулені (див. додаток Б). Інші 3 діаметром 500 мм розташовані практично на гребні греблі і їх пропускна здатність за умови не переливу води через гребінь складає всього 1,1 м³/с (див. табл. 13). Максимально можливий скид води через вказані труби верхнього створу за період підйому повені може скласти всього 0,23-0,3 млн.м³, що при величині стоку повені 5%-вої забезпеченості (15,6 млн.м³, див. табл. 9) та об'єму регулювання вище по річці до 5,4 млн.м³ (див. п. 2.9), суттєво підніме рівні води на всіх ділянках річки і може привести до переливу води через гребінь греблі верхнього створу. Для середнього та нижнього створів такі оцінки вищі.

За умови прочистки 3-х великих труб діаметром 1 м, та за умови невідтопленої роботи (випадок побутових рівнів) загальна пропускна здатність може становити 12 м³/с. Проте гідравлічні розрахунки нижнього та середнього створів на пропуск максимальних вод, показують значне підняття рівнів на дослідній ділянці (див. рис.13) і робота всіх водоскидних труб на верхньому створі за деякий час повені буде відтопленою. За таких умов максимальна їх пропускна здатність не перевищить 6,3 м³/с, що суттєво менше розрахованої трансформованої витрати повені 5%-вої забезпеченості (17 м³/с) і навіть дещо менше витрати повені 10%-вої забезпеченості (8 м³/с).

Таким чином, *лімітуючим фактором* при пропуску максимального стоку повені буде **пропускна здатність водоскидів**, яка і визначила рівневий режим на ділянках р. Сухий Кобелячок між розрахунковими створами (див. рис. 13 та табл. 14).

Як зазначено вище, за умови роботи всіх водоскидів та на умовах рівноваги притоку та скиду води через водоскидні споруди на греблях, без переливу через гребінь греблі в верхньому створі, максимальна пропускна здатність буде близька до розрахованої трансформованої витрати повені 10%-вої забезпеченості (8 м³/с). На цей випадок і показані рівні води на рис.4.5.

Розчистка русла в межах дослідної ділянки р. Сухий Кобелячок без реконструкції водоскидних споруд не змінить рівневий режим цієї ділянки русла на випадок пропуску максимального стоку 10-15%-вої забезпеченості і вище. Для оцінки рівневого режиму в випадку максимального стоку більшої забезпеченості та внутрішньорічні його зміни по гідрологічним періодам потребує додаткового дослідження на підставі розробленого проекту розчищення. Очевидно ці рівні можуть бути дещо нижчими від побутового до розчищення

ВИСНОВКИ

1. Для вивчення гідрологічних умов формування стоку на водозборі р. Сухий Кобелячок та на досліджуваній ділянці біля с. Роботівка використані:
 - дані інженерно-геодезичних вишукувань на об'єкті;
 - довідникові дані спостереження за ресурсами поверхневих вод та природно-кліматичними умовами;
 - дані прямих гідрологічних спостережень на річці-аналогу;
 - картографічні сервіси: Google Earth, SAS Planet, ESRI World Imager;
 - сервіси баз даних USGS – цифрові моделі місцевості SRTM;
 - сервіс космічного моніторингу навколишнього середовища: EOS Land Viewer (дистанційне зондування Землі); Глобальна земельна служба Copernicus забезпечення біогеофізичних продуктів глобальної земної поверхні (моніторинг рівнів води);
 - QGIS - вільна географічна інформаційна система з відкритим кодом – обробка географічних даних;
 - методи та методики досліджень: метод аналогій - для об'єктивної оцінки гідрологічних умов; гідравлічні методи – для гідравлічного розрахунку водопропускних споруд, визначення рівневого режиму русла, метод реального року – для визначення внутрішньорічного розподілу стоку, методика оцінки максимального стоку при відсутності даних спостережень, наближений метод Кочеріна для розрахунку трансформації максимального стоку.
2. Гідрологічна вивченість р. Сухий Кобелячок недостатня, тому для об'єктивної оцінки характеристик стоку використаний метод аналогій. За річку-аналог прийнята р. Говтва, використані 24-річні

дані спостережень (1991-2014 рр.) на водомірному посту біля с. Михнівка.

3. Характеристика гідрографічної мережі в басейні р. Сухий Кобелячок типова для Придніпровської області пластово-акумулятивних рівнин за геоморфологічним районуванням. Густота річкової мережі становить $0,15 \text{ км/км}^2$, густота яружно-балочної мережі (без водотоків) становить $1,3 \text{ км/км}^2$.
4. Характеристика водозбірного басейну надана за використання картографічних сервісів, баз глобальних географічних даних, на підставі обробки в QGIS. Визначені площі боліт, водних об'єктів, лісів;
5. Зарегульованість стоку в басейні р. Сухий Кобелячок визначена на підставі інженерно-геодезичних вишукувань, даних дистанційного моніторингу (дата звернення 23.10.2025 р.), аналізу картографічної інформації. Об'єм зарегульованого стоку оцінений в $2-2,5 \text{ млн.м}^3$.
6. Річний стік та внутрішньорічний розподіл стоку визначений методом реального року за даними річки-аналогу Говтва. Вимоги до вибору річки-аналога відповідно до ДБН В.2.4-8:2014 (п.5.12) виконуються. Норма стоку в розрахунковому нижньому створі: витрата Сухого Кобелячка становить $Q_0=0,47 \text{ м}^3/\text{с}$, об'єм стоку $W_0=14,8 \text{ млн.м}^3$.
7. Розрахунки максимальних витрат і об'ємів стоку весняних повеней р. Сухий Кобелячок в нижньому створі виконані за формулою граничної інтенсивності . Максимальна витрата 5%-вої забезпеченості становить $Q_{\text{max}5\%}=44 \text{ м}^3/\text{с}$, об'єм стоку $W_{\text{max}5\%}=15,6 \text{ млн.м}^3$. Для інших забезпеченостей наведені в п.2.7.
8. Значення максимальних витрат зливогого паводку на 16-21% менше відповідних витрат повені. Проте об'єми стоку менші в 2-2,2 рази. Максимальна витрата паводку 5%-вої забезпеченості становить $Q_{\text{max}5\%}=35 \text{ м}^3/\text{с}$, об'єм стоку $W_{\text{max}5\%}=7,2 \text{ млн.м}^3$.

9. Середня швидкість течії в руслі при пропуску максимальної витрати повені 10%-вої становитиме $V_{10\%} = 0,08-0,13$ м/с. Однак, враховуючи дуже високу ступінь заростання русла, на окремих, відкритих ділянках максимальна швидкість може бути в рази більшою і досягати 0,8-1 м/с. Середні швидкості під мостом оцінені в величину $V_{10\%_{\text{міст}}} = 0,40$ м/с, максимальні не перевищують 1 м/с. Відносно невеликі швидкості під мостом обумовлені підпором води на греблі середнього створу. Для оцінки швидкостей після проведення розчищення необхідно прийняти до аналізу результати відповідного проекту .
10. Розрахунок трансформації максимального стоку ставками та заболоченою заплавою виконаний наближеним методом Кочеріна. Схематизація гідрографа повені прийнята за трикутником. Трансформація максимальної витрати 1%-вої забезпеченості в розрахунковому створі за величиною становить 21%, 5%-вої – 37%, 10%-вої – 60%.
11. На законах балансової рівноваги водного потоку річки, її русла та пропускної здатності водоскидних споруд встановлений рівневий режим дослідній ділянці. Лімітуючим фактором при пропуску максимального стоку повені буде *пропускна здатність водоскидів*. Найбільш проблематичними з точки зору скиду води в НБ є водоскидні труби верхнього створу. Без переливу через гребінь греблі в верхньому створі та за умови прочищення трьох замулених труб, максимальна пропускна здатність буде близька до розрахованої трансформованої витрати повені 10%-вої забезпеченості ($8 \text{ м}^3/\text{с}$).
12. Річний стік наносів з водозбору в багатоводний рік (25%) може досягати значення 3000 т, в середній по водності рік – 1500 т, в дуже маловодний рік стік наносів може бути відсутній. Враховуючи значну зарегульованість русла р. Сухий Кобелячок вище дослідної частини русла та фрагментованість русла греблями, можна вважати, що більшість наносів акумулюється в верхній частині водозбору річки, а

мутність ділянки річки біля с. Роботівка формується тільки ерозійними процесами на частині водозбору поряд з ділянкою і вона не значна.

13. Замулювання після розчищення русла в значно більшому ступені буде залежати від технології влаштування відкосів. Рекомендовано коефіцієнти закладення відкосів приймати великими: 4-6, що зменшить перенос дрібнозернистих та мулистих фракцій донних відкладів в глибоку частину русла, своєчасне закріплення русла від розмиву мулофільтрами (чагарниками), георешітками, кам'яним накидом, одернуванням смуги вище нормального горизонту води теж обмежить процеси замулення після проведення будівельних робіт.
14. Картографічний матеріал підготовлений в ГІС *QGIS*.

Вважаю, мету роботи досягнуто.

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. Альбом карт к СНиП 2.06.03-14-1983./ Днепропетровский гос. аграрный ун-т. Днепропетровск : ДГАУ, 1997. 38 с.
5. Атлас “Климат и водные ресурсы Украины” / Липинский В.Н., Осадчий В.И., Шестопапов В.М. та інші. URL: https://uhmi.org.ua/conf/climate_changes/presentation_pdf/plenary_session/Lipinskiy_et_al.pdf
6. Атлас природних умов і природних ресурсів Української РСР. Гідрометеовидат, 1978. 183 с.
7. Большаков В.А. Справочник по гидравлике. Киев : Вища школа, 1984. 343с.
8. Вишневецький В.І. Річки і водойми України. Стан і використання. Київ.: Віпол, 2000. 376 с.
9. Вишневецький П.Ф. Зливи та зливовий стік. Київ, Наукова думка, 1964, 291 с.
10. 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
11. Водний кодекс України / Верхована Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення: 16.11.2023).
12. Географічна енциклопедія України. В 3 т. / під. ред. О.М.Маринич. – Київ.: Укр. енциклопедія ім. М.П.Бажана, 1989 - 1994.
13. Гідротехнічні споруди : підручник / за ред. А.Ф. Дмитрієва. Рівне : Вид-во РДТУ, 1999. 326 с.

14. Гідрохімія України: підручник / Л.М. Горєв, В.Г. Пелешенко, В.К. Хільчевський. Київ.: Вища школа, 1995. 307 с.
15. ДБН А 2.2-1-2003. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. Київ : Держбуд України, 2004. 24 с. (введені в дію з 01.04.2004 р.).
16. ДБН А.2.1-1-2008. Інженерні вишукування для будівництва. Київ: Мінрегіонбуд, 2008. 72 с
17. ДБН А.2.2-3-2014. Склад та зміст проектної документації для будівництва. Київ: Мінрегіон України, 2014. 33 с.
18. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. К.: Мінрегіон України, 2012. 94 с.
19. 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).
20. ДБН В.2.4-8:2014. Визначення розрахункових гідрологічних характеристик. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 102 с.
21. Державний водний кадастр. Багаторічні дані про режим та ресурси поверхневих вод суші. Частина 1. Річки. Том II. Українська РСР.
22. ДСТУ 3008–2015. Державний стандарт України. Структура і правила оформлення. Київ: Держстандарт України, 2015. 37с.
23. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожеж. Будівельна кліматологія. Київ, Мінрегіонбуд, 2011. 127 с.
24. Карта ґрунтів України. URL: <https://www.zerno-ua.com/journals/2014/yanvar-2014-god/kartoteka-agrariya-karta-g-runtiv-ukrayini/>

25. Карти України. URL: <https://geomap.land.kiev.ua/index.html>
26. Кириенко И.И., Химерик Ю.А. Проектирование и расчет гидротехнических сооружений : уч.пос. Киев: Высшая школа, 1987. 253 с.
27. Клімат України : довідник / за ред. В.М. Ліпінського. Київ : Видавництво Раєвського, 2003. 353 с.
28. Курсовое и дипломное проектирование по гидротехническим сооружениям : учебник / под. ред. В.С. Лапшенкова. Агропромиздат, 1989. 448 с.
29. Литовченко А.Ф. Инженерная гидрология и регулирование стока: учебное пособие . Днепропетровск: ДДАУ, 1993.
30. Литовченко О.Ф. Практикум з інженерної гідрології та регулювання стоку. Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2007. 252 с.
31. 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>
32. План управління річковим басейном Дніпра. Суббасейн Нижнього Дніпра. URL: https://www.davr.gov.ua/fls18/lowerdnipro_summary_23072020.pdf
33. Правила безпеки під час проведення робіт з будівництва. URL: <https://dsp.gov.ua/wp-content/uploads/2015/02/npaop-45.21-1.03-98u.doc>
34. Практикум по гидрологии, гидрометрии и регулированию стока// Под. ред. Е.Е. Овчарова. Агропромиздат, 1988. 224 с.
35. Просторові закономірності зміни середнього річного стоку води річок України. О. І. Лук'янець та інш., /Український географічний журнал, №1, 2021. С.6-14. URL: <https://ukrgeojournal.org.ua/sites/default/files/UGJ-1-2021-06-14.pdf>
36. Публічна кадастрова карта України. URL: <http://map.land.gov.ua/kadastrova-karta>).
37. Результати інженерно-геодезичних вишукувань ділянки з розчистки русла р. Сухий Кобелячок. Дніпро, ТОВ «ТОПОГРУП», 2022.

38. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.6. Украина и Молдавия. Вып. 2. Среднее и нижнее Поднепровье / под ред. М.С. Каганера.: Гидрометеиздат, 495 с.
39. Рубан С.А., Шинкаревський М.А. Гідрогеологічні оцінки та прогнози режиму підземних вод України : монографія. Київ : УкрДГРІ, 2005. 572 с.
40. Справочник по гидравлике / под ред. В.А.Большакова. Київ : Вища школа, 1984. 344 с.
41. Физико-географическое районирование Украинской ССР / под ред. А.М.Маринича. Киев: Издат. Киевского ун-та, 1968. 684 с.
42. Цифрова модель рельєфу USGS [Роздільна здатність : 30 м]. URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/>
43. Говтва (річка). URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BE%D0%B2%D1%82%D0%B2%D0%B0_\(%D1%80%D1%96%D1%87%D0%BA%D0%B0\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BE%D0%B2%D1%82%D0%B2%D0%B0_(%D1%80%D1%96%D1%87%D0%BA%D0%B0))
44. Глобальна земельна служба Copernicus
<https://land.copernicus.vgt.vito.be/PDF/portal/Application.html#Browse;Rot=1000120;Collection=1000181;DoSearch=true;Time=NORMAL,NORMAL,-1,,,-1,,;ROI=33.497564579683,48.817316112085,34.270878940454,49.600481611209>

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А.1 – Розрахунки максимальних витрат весняних повінь по р. Сухий Кобелячок

Найменування показників		
<i>Розрахунковий ствір</i>		нижній
Площа басейну F ,	км ²	291
Довжина водотоку L ,	км	43,2
Відстань від гирла,	км	9,2
Падіння ріки H ,	м	31,5
Інтенсивність водовіддачі a_w ,	мм/год	7,0
Коефіцієнт форми та шорсткості русла a , (табл. 85)	км/добу	5
Швидкість добігання хвилі повені $v=aH^{1/3}$	км/добу	15,8
Тривалість добігання хвилі повені $t=L/v$,	дів	2,74
Тривалість водовіддачі від сніготанення t_w (рис. 49)(рис.45)	дів	3,70
Співвідношення $n=t/t_w$		0,74
Коефіцієнт редуції: - $j=(0,28+0,07n)/(1+2n)$ при $n>1$; ($t>t_w$) - $j=0,35/(1+2n)$ при $n<1$; $t>1$ - $j=t_w/(0,92t_w-0,24+(1,94t_w+5,95)t)$; при $t<1$		- 0,141
Площа лісів в басейні $f_{лв}$	км ²	0,4
Площа боліт в басейні $f_{бв}$	км ²	3
Коефіцієнт складу лісів a ,		0,85
Коефіцієнт підвищення часу водовіддачі за рахунок заціненості та заболоченості $m=1+a_{лв}/F+t_{бв}/F$		1,01
Умовний час початку віддачі стоку: - у витoku ріки T_w , (рис. 50)	дів	2,8
- в розрахунковому створі ріки $T_{св}$, (рис. 50)	дів	2,6
Тривалість неодночасності віддачі стоку $t_{св}=T_w-T_{св}$	дів	0,2
Коефіцієнт, що враховує вплив заціненості, заболоченості і неодночасності сніготанення $r=(t_w+t)/(mt_w+t+t_w)$		0,96
Регулюючий об'єм водосховища W_1 ,	млн. м ³	2,6

Продовження табл. А.1

Водозбірна площа водосховища f_1 ,		км ²	265
Об'єм стоку з площі басейну водосховища $S_1=0,001h_{p,13q}f_1$,		млн. м ³	26,5
Коефіцієнт, що враховує зарегулювання витрати водосховищем,			
$r_1=1-(W_1/S_1)[1-(1-f_1/F)^{0,75}]$			0,92
Регулюючий об'єм водосховища W_2 ,		млн. м ³	1,32
Водозбірна площа водосховища f_2 ,		км ²	291
Об'єм стоку з площі басейну водосховища $S_2=0,001h_{p,13q}f_2$,		млн. м ³	29,1
Коефіцієнт, що враховує зарегулювання витрати водосховищем,			
$r_2=1-(W_2/S_2)[1-(1-f_2/F)^{0,75}]$			0,95
Сумарний коефіцієнт зарегулювання водосховищами, $r=r_1r_2$			0,88
Максимальна витрата $Q_{13q}=0,28a_{mj}Fr_1l$,	1%	м ³ /с	68
Забезпеченість, Р, %/модульний коефіцієнт, l,	3%	0,75	51
	5%	0,64	43,5
	10%	0,47	32
	25%	0,25	17
	0,5 %	1,19	81
Шар стоку повені 1 % забезпеченості $h_{p,13q}$, (рис.48)		мм	100
Об'єм стоку повені $W_{13q}=0,001h_{p,13q}F$,	1%	млн. м ³	26,5
Забезпеченість, Р, %/модульний коефіцієнт, l,	3%	0,73	19,3
	5%	0,59	15,6
	10%	0,37	9,8
	25%	0,16	4,2
	0,5 %	1,18	31,3

Таблиця А.2 – Розрахована характеристика дощового паводку по розрахунковому створу на р. Сухий Кобелячок

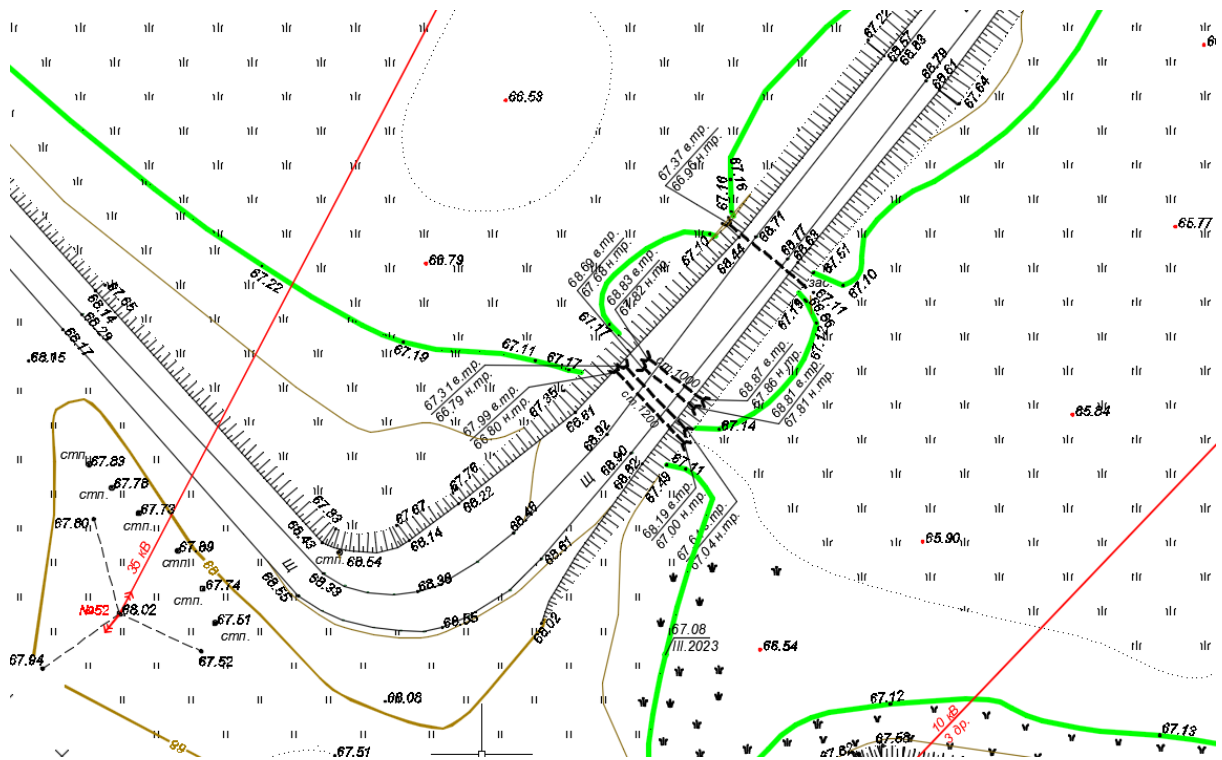
Найменування показників		Нижній створ	
№ наближення		1-ше	2-ге
Площа басейну F ,	км ²	291	
Довжина водотоку L ,	км	43,2	
Падіння ріки H ,	м	30,3	
відмітка витоку		97,4	97,4
відмітка горизонту води в розрахунковому створі		67,06	67,06
середньозважений похил річки, i_s		0,70	0,70
Витрата 1%-ої забезпеченості за аналогом (табл. 100-за площею)		70	70
Розрахована (ф-ла 41) витрата 1%-ої забезпеченості для розрахункового створу: перше та друге наближення		60,6	58,5
Максимальна водовіддача дощового стоку 1%-ої забезпеченості h_{max} (рис.59-з карти)	мм/10 хв	4,2	
Швидкість добігання піку паводку по довжині річки (за аналогом) (табл.90)	км/доб у	33,5	
Швидкість добігання піку паводку по довжині річки розрахована (ф-ла 44)	км/доб у		32,2
- тривалість водовіддачі макс. Зливогового стоку t_c	год	2,00	2,00
- співвідношення $n1=t/t_c$; $t_c=2$ год		15,4 7	16,0 8
- Тривалість добігання хвилі повені $\tau=24L/v$, (ф-ла 43)	годин	30,9 5	32,1 6
Коефіцієнт редукції: - $\varphi=(2,26)/(1+6,3n1)$ при $n<1$; - $\varphi=0,626/(1+1,02n1)$ при $n>1$;		0,03 7	0,03 6
Площа лісів в басейні $f_{лв}$	км ²	0,5	
Площа боліт та заболочених заплав в басейні $f_{лз}$	км ²	3	
Коефіцієнт складу лісів α ,		0,85	
Коефіцієнт, що враховує вплив залісненості, заболоченості n (ф-ла 47)		0,99 9	1
- Коефіцієнт m (ф-ла 48)		1,01 2	1
Шар дощового стоку 1-ої забезпеченості при $F<60$ км2 (ф-ла 54)		41,5	41,5
Шар дощового стоку 1-ої забезпеченості при $F>60$ км2 (ф-ла 56)		30,6	30,6
Складові шару стоку: β		1	1
$\varphi1$		1	1
- сумарна площа ставків та водосховищ (QGIS)	га	120	

Продовження табл. А.2

Найменування показників		Нижній створ	
№ наближення		1-ше	2-ге
Висота регулюючого шару в ставках H , (Прийнятий 50% форсованого напору)		м	0,5
Співвідношення площі широкої заболоченої заплави до площі водозбору (QGIS)		%	1,031
Коеф. g , для врахування регулюючого впливу ставків та водосховищ (ф-ла 49)			0,933
Коеф. g_1 , для врахування регулюючого впливу заболоченої заплави (ф-ла 52)			0,855
Регулюючий об'єм водосховища W_1 , (рекомендовано приймати половину можливого шару спрацювання)		млн. м ³	2,6
Регулюючий об'єм водосховища W_2 ,		млн. м ³	1,32
Водозбірна площа водосховища до розрахункового створу F ,		км ²	291,0
Попередньо прийнятий Шар стоку 1%-ої (табл.100 ¹ для аналога)		мм	38,0
Коефіцієнт, що враховує зарегулювання витрати водосховищами та ставками, g_2 ,			0,823
Максимальна витрата Q_{max}	1%	м ³ /с	58,5
Забезпеченість, P , %/модульний коефіцієнт, λ , (табл.93)	3%	0,70	41,0
	5%	0,60	35,1
	10%	0,43	25,2
	25%	0,25	14,6
	0,5 %	1,17	68,5
Шар стоку дощового паводку 1 % забезпеченості $h_{p,1\%}$,		мм	30,6
Об'єм стоку повені $W_{тпв}=12000hmF\beta_{ф.д.л.т.}$, (ф-ла 55)	1%	млн. м ³	12,1
Забезпеченість, P , %/модульний коефіцієнт, λ ,	3%	0,7	8,4
	5%	0,60	7,2
	10%	0,43	5,2
	25%	0,25	3,0
	0,5 %	1,17	14,1



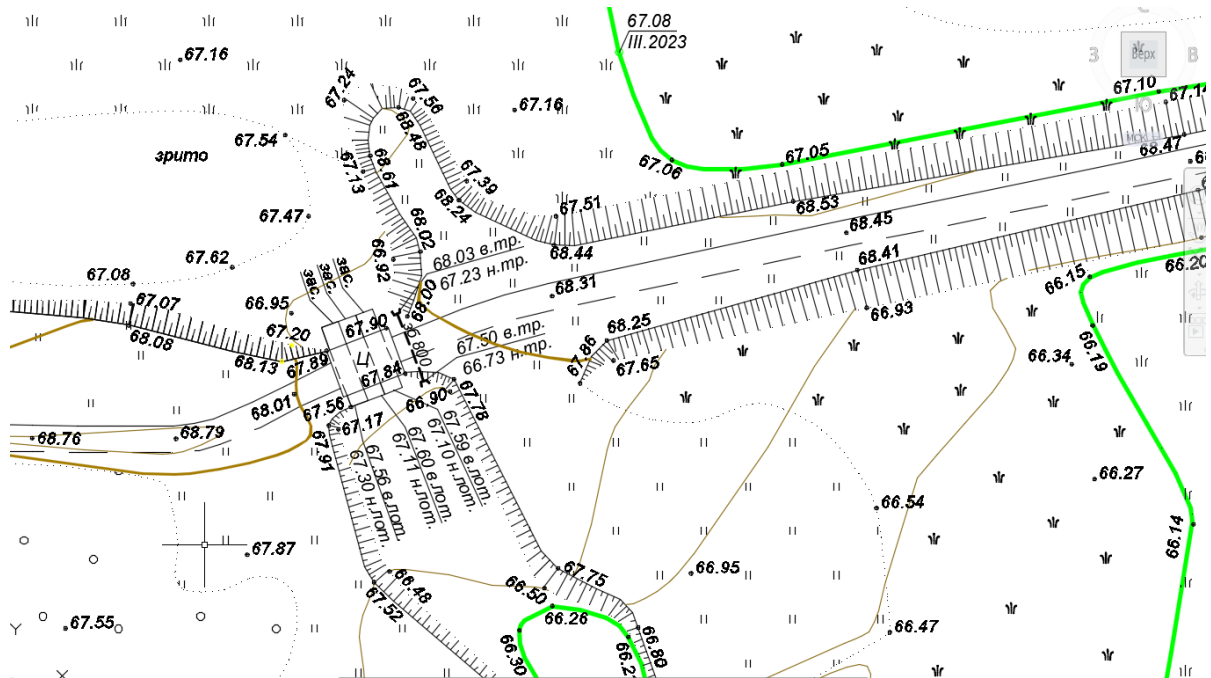
A) Верхний створ, Google Earth Pro



В) Средний створ – земляная гребля с водоскидами-трубами



В1) середній створ, Google Earth Pro



Г) Нижній створ з лотковим водоскидом



Г1) Нижній створ, Google Earth Pro

Рисунок Б.1 –Створи гребель на ділянці розчищення р. Сухий Кобелячок (випіровка результату інженерно-геодезичних вишукувань); пікетаж по фарватеру за течією: А) ПК0;Б) ПК1+12 ; В) ПК8+25; Г) ПК37+00.

Таблиця Д.1 – Гідрометричні спостереження за витратами води (м³/с) на р.
Говтва, в/п в с. Михнівка

Рік	Місяць												Середній за рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1991	1,91	1,11	6,21	13,0	2,38	1,88	0,62	0,18	0,34	0,35	0,64	0,97	2,47
1992	1,01	1,47	7,89	5,43	1,85	1,91	1,09	0,27	0,15	0,24	1,35	1,90	2,05
1993	1,47	1,51	5,32	7,50	1,99	1,02	0,68	0,22	0,27	0,27	0,44	0,70	1,78
1994	2,36	2,23	17,8	22,5	3,97	2,75	0,77	0,22	0,24	0,26	0,34	0,67	4,51
1995	1,84	23,5	25,0	11,5	3,84	1,66	1,36	0,99	0,97	1,42	1,90	1,90	6,32
1996	1,53	2,30	5,14	68,5	11,3	2,58	1,39	0,49	0,44	1,29	2,31	2,66	8,33
1997	1,47	2,41	14,6	5,74	3,37	2,08	2,64	1,96	2,78	3,23	3,71	5,72	4,14
1998	10,2	4,91	29,3	13,2	3,08	1,12	0,97	0,62	0,23	0,46	2,97	2,89	5,83
1999	6,64	15,7	25,0	6,73	2,40	1,09	0,32	0,19	0,16	0,22	0,41	1,43	5,02
2000	2,61	3,65	10,8	6,00	1,90	0,71	0,84	3,16	1,92	2,38	2,46	2,82	3,27
2001	3,51	3,50	14,7	11,5	4,17	4,82	5,86	1,61	1,22	1,37	2,68	4,06	4,92
2002	2,12	10,1	7,59	3,73	3,32	1,93	0,52	0,14	0,098	0,65	3,37	2,99	3,05
2003	1,50	2,19	5,21	45,5	7,01	0,97	0,50	0,53	0,28	0,97	3,28	3,23	5,93
2004	3,92	6,07	15,3	5,03	2,48	2,25	5,98	6,97	3,46	3,59	3,70	3,99	5,23
2005	4,22	4,28	5,95	7,26	3,58	2,17	1,06	0,49	0,056	0,024	0,74	3,35	2,77
2006	3,39	2,15	33,3	17,2	4,13	2,68	1,52	0,35	0,26	0,18	1,32	2,18	5,72
2007	2,52	2,63	3,01	2,26	1,12	0,40	0,088	0,014	0,13	0,20	0,83	1,46	1,22
2008	1,23	1,69	6,33	3,27	2,02	0,99	1,24	0,63	0,23	0,45	0,57	1,10	1,65
2009	1,31	2,03	2,26	1,92	1,33	0,64	0,27	0,083	0,032	0,13	0,50	1,04	0,96
2010	1,91	1,93	15,3	11,5	1,89	0,84	0,35	0,052	0,032	0,086	0,61	1,40	2,99
2011	1,68	1,64	1,65	2,27	1,56	0,70	1,68	1,06	0,40	0,38	0,47	0,67	1,18
2012	1,40	1,20	1,80	3,40	1,38	0,49	0,10	0,005	0,017	0,038	0,46	1,17	0,96
2013	1,30	2,18	2,33	4,63	1,63	0,69	0,19	0,023	0,038	0,088	0,52	1,06	1,22
2014	1,28	1,19	1,69	1,50	0,87	0,43	0,21	0	0	0	0	0,015	0,60
2015	ч												
2016													
2017													
2018													
2019	1	1	3,5	1,8	0,95	1,02	1	0,4	0	0,28	0,47	0,6	1,00

