

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра водогосподарської інженерії

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри водогосподарської
інженерії, доцент
_____ Андрій ТКАЧУК
« ____ » червня 2024 р.

Пояснювальна записка

до дипломної роботи
перший (бакалаврський) рівень вищої освіти

на тему **Обґрунтування паспорту водосховища
на річці Кропивна біля с. Синьооківка**

Виконала: здобувачка вищої освіти,
групи ГТБ-1-20
Спеціальність – 194 "Гідротехнічне
будівництво, водна інженерія та водні
технології"
Освітня програма „ Водна інженерія та
водні технології”

Єлизавета КОСТЕНКО

(прізвище та ініціали)

Керівник : доц. Коваленко В.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензенти : _____

(прізвище та ініціали)

Дніпро – 2024

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. _____ Андрій ТКАЧУК
квітня 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу здобувачу вищої освіти
КОСТЕНКО Єлизаветі Володимирівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи: **Обґрунтування паспорту водосховища
на річці Кропивна біля с. Синьооківка**

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

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

затверджена наказом по ДДАЕУ від «05» квітня 2023 р. № 724

1. Термін здачі закінченої роботи : « 15 » червня 2024 р.
2. Вихідні дані до роботи _____

Матеріали інженерних вишукувань щодо сучасного стану гідротехнічних споруд та водних об'єктів на річці Кропивна та Золотоношка. Довідникові матеріали щодо гідрологічної вивченості території дослідження та її кліматичної характеристики. Матеріали ГІС-порталів та технологій для візуалізації об'єкту дослідження та обробки даних ДЗЗ (Google Earth, EOS, <https://eos.com/landviewer/>, +).

3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити): Вступ. 1. Природно-кліматичні умови території проектування (водозбір р. Кропивна); 2. Нормативна база розроблення паспорту водогосподарського об'єкту. 3. Гідрологічна вивченість, гідрологічні та водогосподарські розрахунки. 4. Розрахунок морфологічних х-к вдсх. 5. Конструктивні особливості ГТС гідровузла біля с. Синьооківка. 6. Оцінка впливу на навколишнє природне середовище. 6. Основні положення охорона праці при експлуатації гідровузла та безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки.

4. Перелік графічного матеріалу : 1. Інженерні креслення гідровузла та водосховища: ГІС моделювання на водозборі, плани (в т.ч.

кадастрові), профілі, графіки. 2. Презентація в середовищі Power Point: постановча частина дипломної роботи; природно кліматичні умови, результати досліджень, креслення, висновки. 3. Проект в ГІС QGIS – розробка основного картографічного матеріалу

5. Консультанти розділів проекту

Розд іл	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	завдання прийняв

6. Дата видачі завдання: «26» квітня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ пп	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ. Природно-кліматичні умови на території проектування (водозбір р. Кропивна);	02.2024 р.	
2	Нормативна база розроблення паспорту водогосподарського об'єкту	03.2024 р.	
3	Гідрологічна вивченість р. Кропивна, гідрологічні та водогосподарські розрахунки Розрахунок морфологічних х-к вдсх.	04.2024 р.	
4	Конструктивні особливості ГТС гідровузла біля с. Синьооківка.	04.2024 р.	
5	ОВНС. ОП та безпека в надзвичайних ситуаціях.	05.2024 р.	
6	Висновки. Креслення. Презентація в PowerPoint та QGIS	10.06.2024 р.	
7	Поточний контроль виконання ДП	за планом	
8	Передзахист ДП на кафедрі	10-14.06.2024 р.	
9	Представлення ДП на рецензію	17.06.2024 р.	

Здобувач вищої освіти _____
(підпис)

Керівник роботи _____ / Коваленко В.В.

РЕФЕРАТ

Дипломна робота містить 78 сторінок, 7 таблиць, 32 рисунків. Список літератури складає 53 джерела інформації. Кількість додатків 3.

Ключові слова: паспорт водного об'єкту, моделювання, QGIS.

Об'єктом дослідження є гідрологічні, морфологічні та антропогенні процеси в басейні річки Кропивна, притоки р. Золотоношка.

Предметом дослідження є наявні морфологічні характеристики водних об'єктів на водозборі р. Кропивна, сучасний стан управління водними та земельними ресурсами в басейні річки.

Метою роботи є визначення гідрологічних, морфологічних та гідротехнічних параметрів в створі гідровузла водосховища на р. Кропивна біля села Синьооківка для розробки паспорта водного об'єкту/

Методи дослідження: гідрологічні, гідравлічні, моделювання в QGIS.

Використане програмне забезпечення: Microsoft Word, Microsoft Excel, QGIS.

Область застосування: паспортизація водних об'єктів, встановленні основних технічних характеристик водойми, виділення земель водного фонду, управління водними ресурсами.

Розроблений Паспорт водосховища на р. Кропивна біля с. Синьооківка відповідно до нормативних вимог.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 Природно-Кліматичні умови на території басейну річки Кропивна.....	8
1.1 Рельєф на водозборі р. Кропивна	9
1.2 Гідрогеологічні умови на водозборі р. Кропивна.....	11
1.3 Коротка кліматична характеристика для території дослідження	13
1.4 Ґрунти зони аерації на водозборі р. Кропивна.....	15
2 ГІДРОЛОГІЧНА ВИВЧЕНІСТЬ БАСЕЙНУ р. КРАПИВНА ТА ЇЇ АНАЛОГІВ	17
2.1 Розрахунок параметрів гідрографічної мережі	17
2.2 Гідрологічні та гідрометричні спостереження.....	20
3. ГІДРОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ ДЛЯ ВОДОЗБОРІВ р.КРОПИВНА.....	24
3.1 Річний стік р. Кропивна. Його внутрішньорічний розподіл	24
3.2 Визначення максимальної витрати та об'єму стоку весняної поєні	26
3.3 Визначення максимальної витрати та об'єму стоку дощового паводку	27
3.4 Побудова топографічних характеристик ложе водосховища на р. Кропивна біля с. Синьоківка.....	28
4 РОЗРОЗКА ПАСПОРТУ ВОДНОГО ОБ'ЄКТУ НА Р.КРОПИВНА.....	32
ВИСНОВКИ.....	53
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	55
ДОДАТКИ.....	60

ВСТУП

Паспортизація водних об'єктів є важливою складовою збереження та відтворення місцевих водних ресурсів як в Україні в цілому, так і в Лісостепу. Головна мета паспортизації водних об'єктів полягає не тільки у встановленні основних технічних характеристик водойми, а і створення умов експлуатації водних об'єктів та земель водного фонду відповідно до Водного кодексу України [12].

Зважаючи на тенденції зміни клімату та очевидну деградацію водних екосистем, паспортизація дозволить провести ранжировку (класифікацію) водних об'єктів за ефективністю їх використання та надасть підстави щодо висновку самого їх існування. Зокрема тенденція в Європі та світі щодо зарегулювання стоку – це ліквідація гребель для відновлення природної течії річок.

Об'єктом дослідження в роботі є гідрологічні, морфологічні та антропогенні процеси в басейні річки Кропивна, притоки р. Золотоношка.

Предметом дослідження є наявні морфологічні характеристики водних об'єктів на водозборі р. Кропивна, сучасний стан управління водними та земельними ресурсами в басейні річки.

Метою дослідження є визначення гідрологічних, морфологічних та гідротехнічних параметрів в створі гідровузла водосховища на р. Кропивна біля села Синьооківка для розробки паспорту водного об'єкту.

Для забезпечення досягнення вказаної мети необхідно виконати інженерні розрахунки, огляд літературних джерел для вирішення ряду *задач*, а саме:

- надати характеристику природно-кліматичних умови для території водозбору р. Кропивна;

- за довідниковими даними надати характеристику гідрологічній вивченості басейну річки;
- виконати гідрологічні та водогосподарські розрахунки та визначити їх відповідні характеристики як для розрахункового створу водосховища, так і для басейну р. Кропивна в цілому;
- розробити паспорт водосховища на р. Кропивна біля с. Синьооківка;

Виконання поставлених завдань потребує використання сучасних технологій моніторингу. Зокрема для визначення більшості гідрологічних та морфологічних характеристик використані методи дистанційного моніторингу, геодані ГІС-порталів, моделювання в ГІС з відкритим кодом QGIS.

1 ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ НА ТЕРИТОРІЇ БАСЕЙНУ РІЧКИ КРОПИВНА

Територія басейну річки Кропивна знаходиться на лівому березі Дніпра та відноситься до його Середнього суббасейну [41], наведена на рис.1.1.

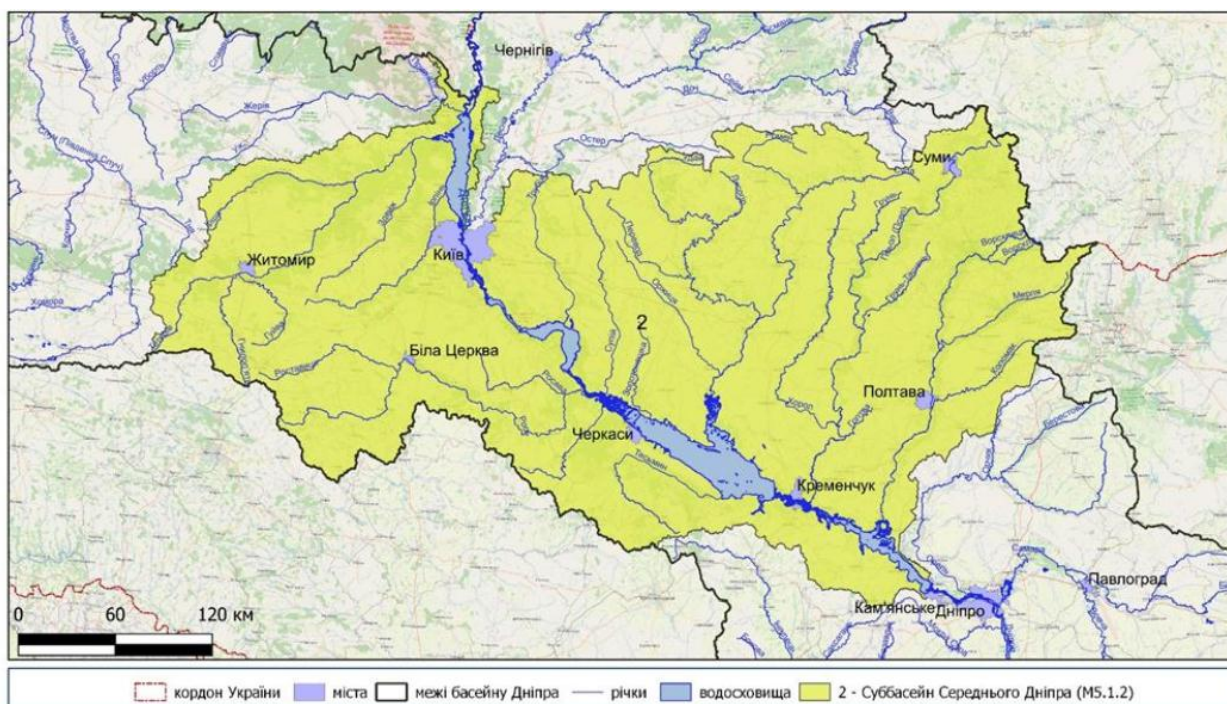


Рисунок 1.1 – Карта-схема суббасейну Середнього Дніпра [41]

Водозбір р. Кропивна знаходиться в середині суббасейну Середнього Дніпра. За фізико-географічним районуванням [52] басейн р. Кропивна знаходиться в Північно-придніпровській терасованій низовинній області Лівобережно-дніпровському краї Лісостепової зони України [30]. На рисунку 1.2 басейн Кропивної розташований в 20-ій області (червоний кружок).

Виходячи з фізико-географічного розташування і надамо короткий аналіз природно-кліматичних характеристик.

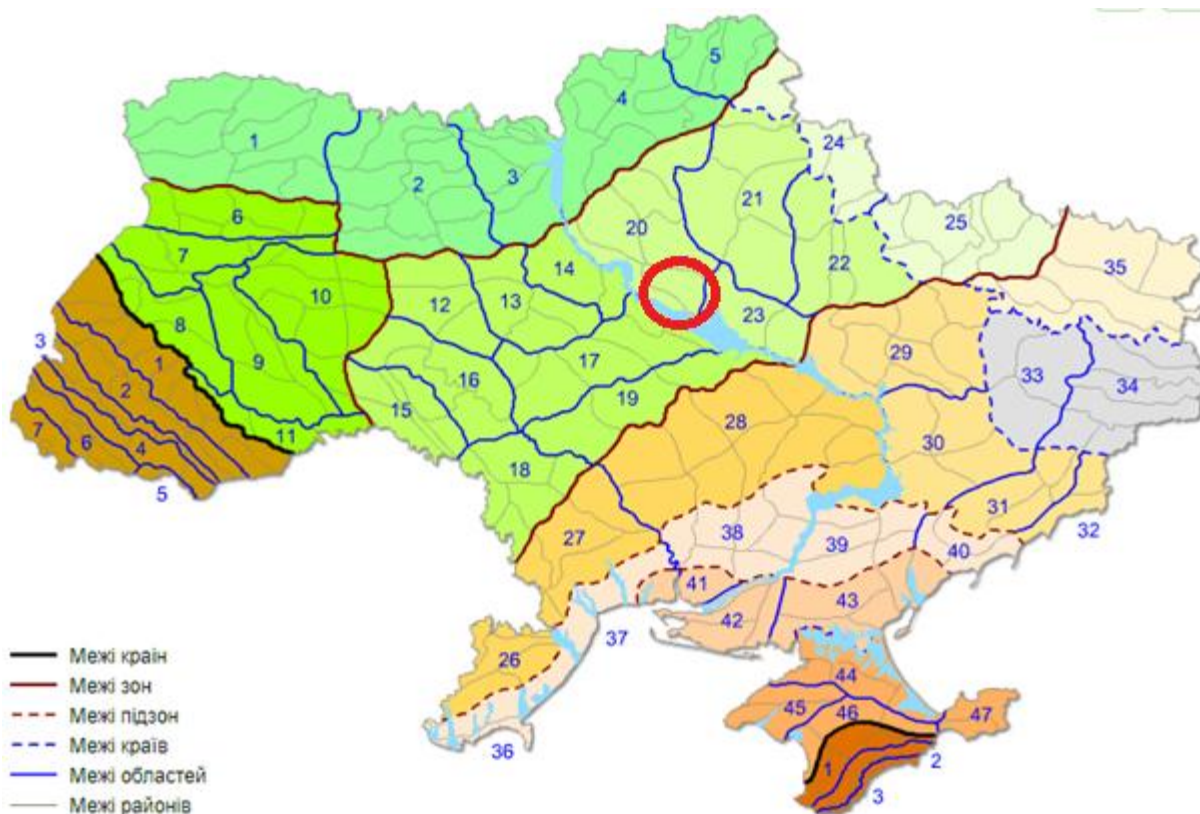


Рисунок 1.2 – Фізико-географічне районування території України [30]

За структурним гідрогеологічним районуванням басейн Кропивної входить в Придніпровський район області Дніпровського артезіанського басейну [52, 30].

За гідрологічним районуванням – до Трубіж-Супійської подової підобласті зниженої водності Лівобережної Дніпровської області достатньої водності [52, 30].

1.1 Рельєф на водозборі р. Кропивна

За морфологічними особливостями водозбір р. Кропивна відноситься до Придніпровської пластово-аккумулятивної рівнини на палеогенових і неогенових відкладах, яка характеризується подовим рельєфом на плакорних територіях, незначною розчленованістю рельєфу та неглибоким врізом річищ малих річок (рис.1.3). Подовий характер місцевості чітко проглядається на

фото – плямистість на полях. Рельєф є результатом тривалого геологічного розвитку.



Рисунок 1.3 – Фото території біля водосховища на р.Кропивна , Google Earth [1]

Максимальні відмітки на водозборі не перевищують відмітки 130 м БС, мінімальна відмітка в створі греблі водосховище складає 98 м.

Розчленованість басейну р. Кропивна зовсім не значна . Вся плакорна частина водозбору практично абсолютна рівнина з похилами до 2 градусів, модель яких представлена на рис.1.4. Долини річок мають незначний вріз – до 20 м.

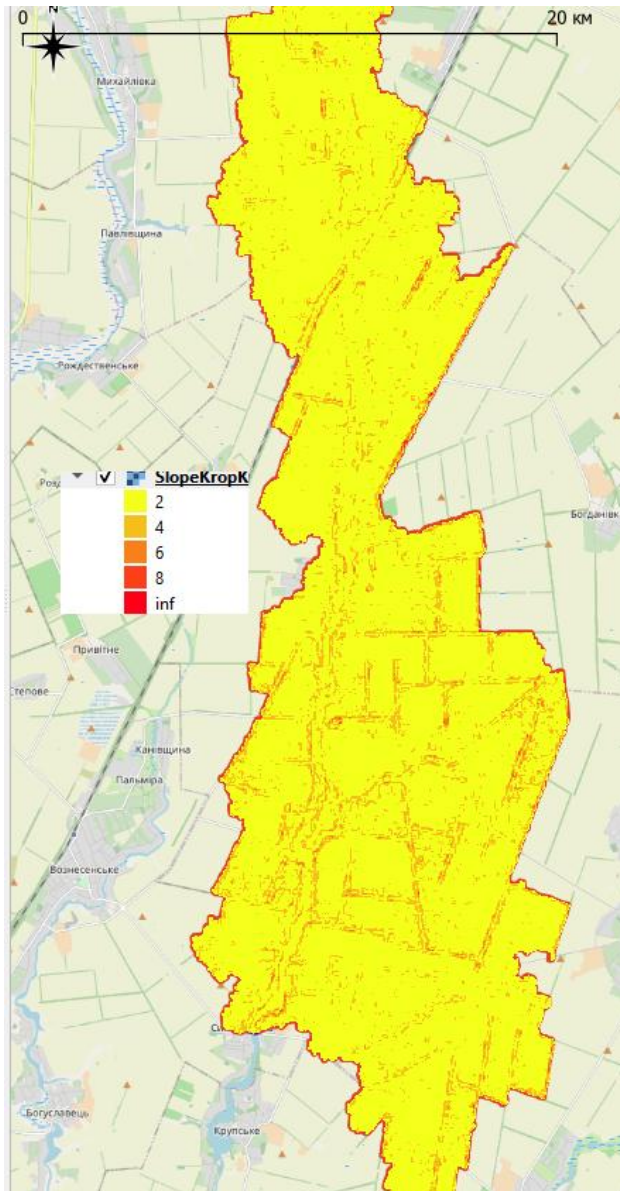


Рисунок 1.4 – Полихи на водозборі р. Кропивна (QGIS)

Середньовиважений похил території водозбору складає 1,05 процента (QGIS), максимальний – 9%.

1.2 Гідрогеологічні умови на водозборі р. Кропивна

За гідрогеологічним районуванням басейн річки Кропивна відноситься до Середньодніпровського гідрогеологічного району [50]. Цей район займає північну частину Придніпровської височини. За геолого-геоморфологічними умовами басейн Кропивної відноситься до Дніпровського артезіанського басейну.

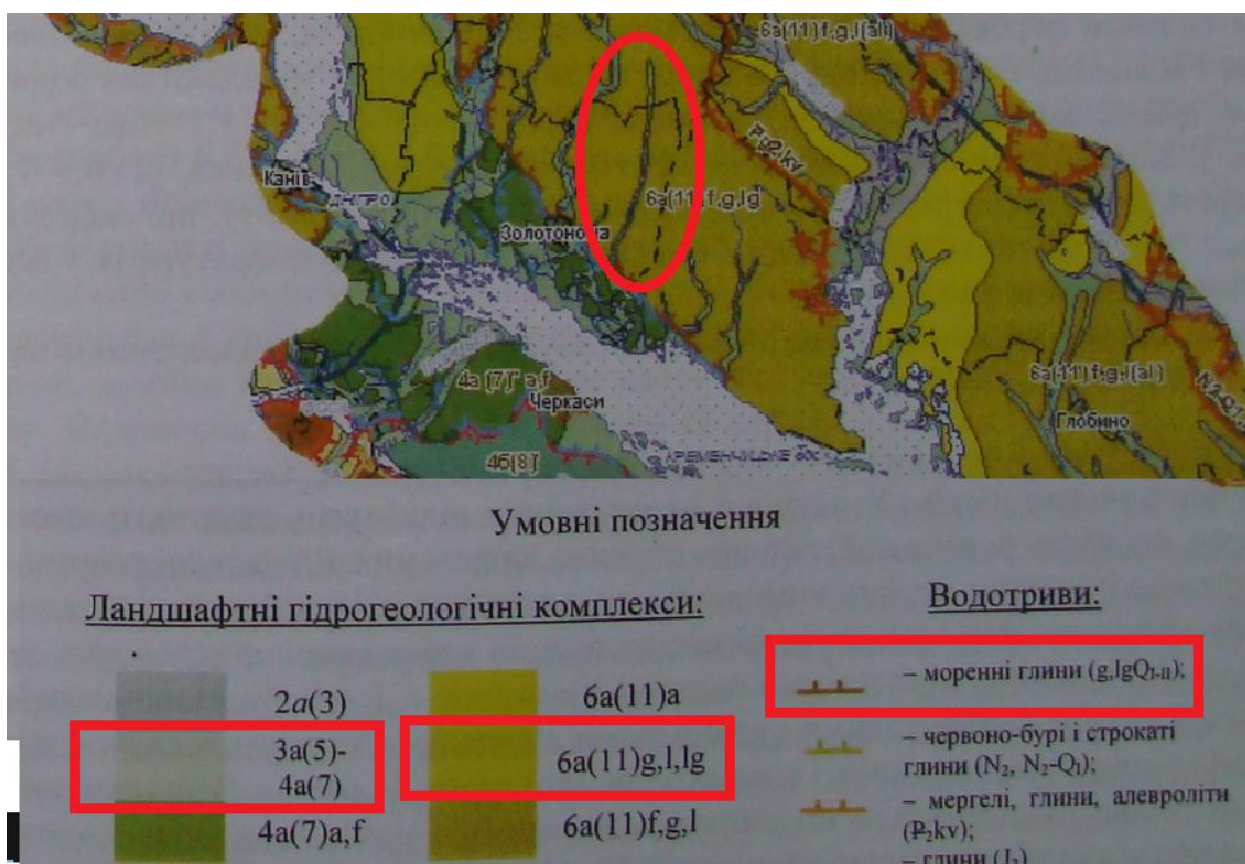


Рисунок 1.5 – Гідрогеологічні райони Середньодніпровського гідрогеологічного району Яготинського підрайону [50]

Гирлова частина водозбору приурочена до II надзаплавної тераси Дніпра. У сучасному рельєфу ця територія характеризується плоскою та нахиленою на південний захід поверхнею. Врізи річищ неглибокі.

Грунтові води формуються у різних водовмісних породах за віком, а також різної потужності. У долині Кропивної ґрунтові води поширені в алювіальних відкладах заплави. Подекуди, за відсутності водотривких порід, утворюють сумісні комплекси з нижчерозташованими горизонтами.

Водовмісні породи представлені дрібними та середньозернистими пісками між якими часто залягають прошарки супіску та суглинків. Їх потужність досягає 15-25 м. За віком – це верхньочетвертинні відклади.

В басейні Кропивної по річищу та заплаві переважає ландшафтно-гідрогеологічний комплекс 3a(5) та 4a(7) [50]. На плакорній частині водозбору – 6a(11)g,l,gl віку (рис.1.5).

Дебіт колодязів не перевищує 0,06 л/с. Коефіцієнти фільтрації тут досягають значень 15 м/добу. За хімічним складом води гідрокарбонатні кальцієві та кальцієво-магнієві з мінералізацією 0,3-1,2 г/л. Величина загальної жорсткості сягає 3-13 мг*екв, а рН 6,5-7,2. У верхній частині води забруднені.

1.3 Коротка кліматична характеристика для території дослідження

Клімат на території Придніпровської низовини помірно-континентальний [32] з амплітудою середньомісячних температур до 30°C. «Континентальність зростає із заходу на схід. Клімат Черкащини помірно континентальний і континентальність зростає із заходу на схід. Найхолоднішим місяцем року вважається січень з середньою температурою – 5,9 °С, а найтеплішим – липень з середньою температурою – 20,1 °С. Середня річна температура повітря становить +7,3 °С. Середня річна кількість опадів становить 633 мм» [48].

«За період спостережень з 1991 по 2020 роки найбільше потепліли основні сезони: зима на 1,6 °С та літо на 1,3 °С. Із перехідних періодів найменша зміна температури спостерігається восени на 0,6 °С. Зима починається пізніше, а закінчується раніше, тобто стала коротшою на 2,5 тижні. Найбільші зміни температурного режиму відбулися у лютому, який потеплішав (з 1961 по 1990 рр. середньомісячна температура становила -4,6 °С; з 1991 по 2020 рр. – -2,7 °С). Кількість опадів за зиму зменшилась на 8%, найбільше зменшення відбулось в грудні. Найсильніший мороз тепер не перевищує 29 °С, а раніше був до 34 °С. Весною наростання тепла відбувається прискореними темпами, але наприкінці сезону уповільнюється і літо настає в ті ж самі строки. Опадів за весну стало випадати на 20 % більше, найбільш вологими стали березень і травень. Літо стало більш теплим та посушливим. найбільше зросла температура липня, а в червні

стало випадати найбільше опадів: з 1991 по 2020 рр. середня річна кількість опадів становить 72 мм (раніше лідером по опадах був липень з 1961 по 1990 рр – 76 мм). Інтенсивність спеки зросла з 36 оС до 38 оС. Осінь дещо потеплішала, а дощів стало випадати більше на 25 %. При цьому вересень став більш дощовим, а листопад менш дощовим. Тривалість осіннього сезону та темпи спадання температури майже не змінилися. Перепади тепла і холоду восени стали контрастніше» [48].

Вологість повітря на Черкащині притаманна центральній частині України. «Взимку відносна вологість повітря знаходиться в межах 80-90%, а дефіцит насичення - 0,3-0,4 мб, із мінімумом у січні-лютому, влітку вона підіймаючись до 10-15 мб» [32].

Головним джерелом живлення р. Кропивна є *атмосферні опади*. Середня кількість опадів для водозбору р. Кропивна можна вважати дорівнює 550 мм/рік [30]. Характер їх випадання, кількість протягом кліматичних сезонів року залежить, від циклонічної діяльності в регіоні.

Річний хід опадів на досліджуваній території можна прирівняти до умов Полтави чи Дніпра, значення середньомісячних витрат для яких наведені на рис.1.6.

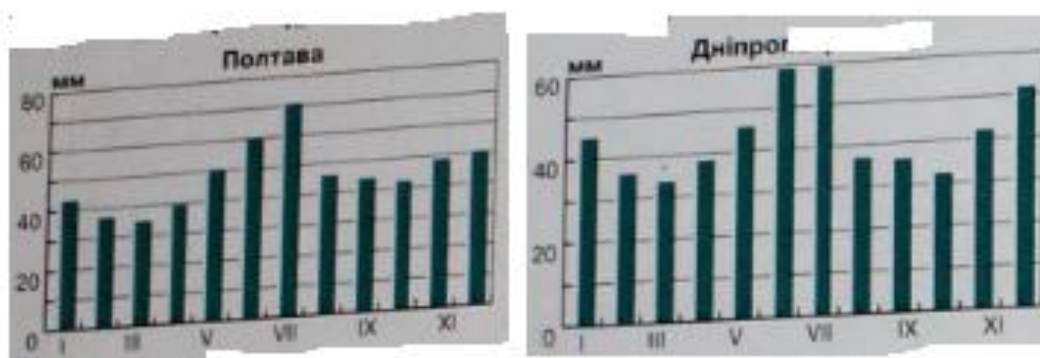


Рисунок 1.6 – Річний хід опадів за даними МС Полтава та Дніпро [30]

Виходячи з наведеного найбільше опадів випадає в червні-липні – до 70 мм, найменше – в жовтні, березні – 30-35 мм.

При формуванні дощових паводків, а також повені важливим фактором є добовий максимум опадів. Спостережений добовий максимум за даними

МС Полтава склав 178 мм [30], МС Умань – 155 мм. Для досліджуваної території кількість добових опадів 1%-ої забезпеченості становить 90-95 мм. Найчастіше такі сильні дощі випадають влітку. Саме влітку випадає найбільше опадів – до 50% річних.

Сніговий покрив в останні роки на досліджуваній території нестійкий. Тому говорити про значне накопичення води в снігові практично немає сенсу. Середня дата утворення стійкого снігового покриву для сходу Черкащини припадає на кінець грудня (24-26 число). Середня дата руйнування стійкого снігового покриву припадає на першу декаду березня.

Середня висота снігового покриву для Кропивної становить 12-15 см, максимальна 1%-ої забезпеченості не перевищує 70 см. Щільність снігу в кінці зимового періоду рідко перевищує 300 кг/м³.

Таким чином в найлютішу зиму запаси снігу на водозборі р. Кропивна можуть досягти 200 кг на м².

Враховуючи рівнинний та подовий характер рельєфу водозбору вірогідність значних повеней з підйомом рівнів на декілька метрів практично нульова.

1.4 Ґрунти зони аерації на водозборі р. Кропивна

Джерелом інформації є ґрунтова карта України [29] та Атлас ґрунтів України [6].

Основними ґрунтами на плакорних частинах водозбору є чорноземи типові дуже добре акумулятивногумусовані [29]. В заплаві переважають алювіальні лучні, алювіально-болотна та болотні ґрунти. Подекуди зустрічаються торфові низини.

Підстилаючими є лесові суглинки.

Для переважаючих ґрунтів – чорноземів потужних слабкогумусовані, малогумусні середньогумусні на лесових породах коефіцієнти фільтрації

зони аерації становлять 0,25-0,6 м/добу. Для орного горизонту – в 2-3 рази менші.

Еродовані ґрунти практично відсутні за рахунок малих похилів. Проте розповсюджений подовий характер, особливо на полях сільськогосподарських полях (рис.1.7).



Рисунок 1.7 – Приклад подового характеру ґрунтів на полі біля водосховища на р. Кропивна

На вододільних плато крутизна схилів практично відсутні - до 1° в середньому.

За даними Полупана [6] кореневмісний горизонт, в основному, незмітні характеризуються глибиною гумусового горизонту до 80-120 см, у тому числі верхній гумусовий горизонт (Н/к) до 40 см, підорний горизонт Нрк 40-70 см, нижній перехідний Phk (Н = 71-120 см), P(h)k – лес слабогумусований 121-200 см, лес карбонатний пилуватий Pk – нижче 200 см.

2 ГІДРОЛОГІЧНА ВИВЧЕНІСТЬ БАСЕЙНУ Р. КРАПИВНА ТА ЇЇ АНАЛОГІВ

В основу аналізу покладені дані довідника водних ресурсів Подніпров'я [49]. Річка Кропивна має водозбірну площу 200 км², тому гідрологічна вивченість її мала. Для більш детального опису спостережених наведені дані річок-аналогів. Для річки Кропивна такими можна вважати саме Золотоношку, в яку впадає Кропивна, а також р. Супій розташовану в одному фізико-географічному районі на схід від вобозбору Кропивної.

2.1 Розрахунок параметрів гідрографічної мережі

«Морфометричні характеристики річкового водозбору – це кількісні характеристики, з яких вихідними є довжина річки і площа її водозбору, між якими є кореляційна залежність, яка частіше виражається степеневою функцією» [34]

Довжина річки до створу водосховища біля с. Синьоківка складає 26 км, площа басейну до створу греблі – 150,9 км² (рис.2.1). Річище мало звивисте, на окремих ділянках прямолінійне, дуже заболочене та заросле, інколи в верхній частині пересихає. Похил річки складає 0,54 м/км (в середньому). Річка до розрахункового створу має одну виражену ліву притоку

До основних морфометричних характеристик відносять : «довжину водозбору річки, максимальну його ширину, середню ширину, середню висоту водозбору, густоту річкової та яружно-балочної мережі, середній похил водозбору та середній похил річки» [34], та інші показники.

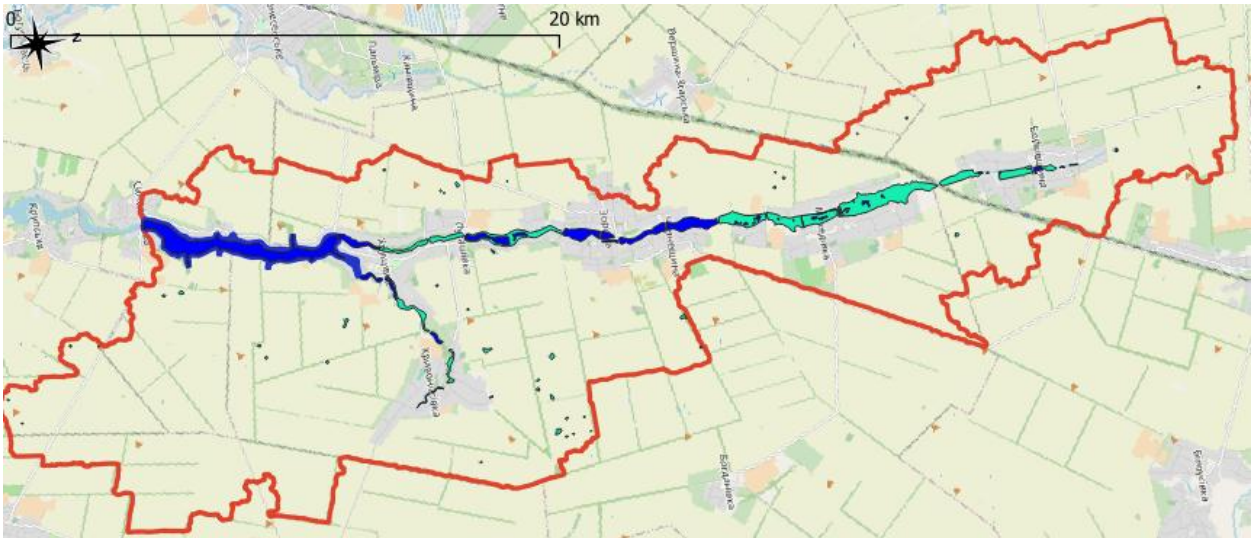


Рисунок 2.1 – Гідрографічна мережа, ставки та заболочена заплава на водозборі р. Кропивна (QGIS)

Довжину визначили за планом (рис.2.1) як найбільш віддалену точку від розрахункового створу. Вона склала $L=30$ км. «Середня ширина, яка визначається як відношення площі водозбору до його довжини» [35]

$$V_{сер} = F / L, \quad (2.1)$$

де F – площа водозбору, $150,9 \text{ км}^2$,

L – довжина водозбору, 30 км.

Тоді $V_{сер}=150,9/30=10,6$ км.

Середню висоту водозбору до розрахункового створу визначаємо за формулою [42].

$$H_{сер} = \frac{H_1 f_1 + H_2 f_2 + \dots + H_n f_n}{F}, \quad (2.2)$$

де H_1, H_2, \dots, H_n – середня висота між сусідніми горизонталями;

f_1, f_2, \dots, f_n – часткові площі, водозбору, що обмежені горизонталями;

F – площа басейну.

В дипломній роботі використали моделювання рельєфу водозбору за SRTM USGS [53] представлене на рис.2.2.

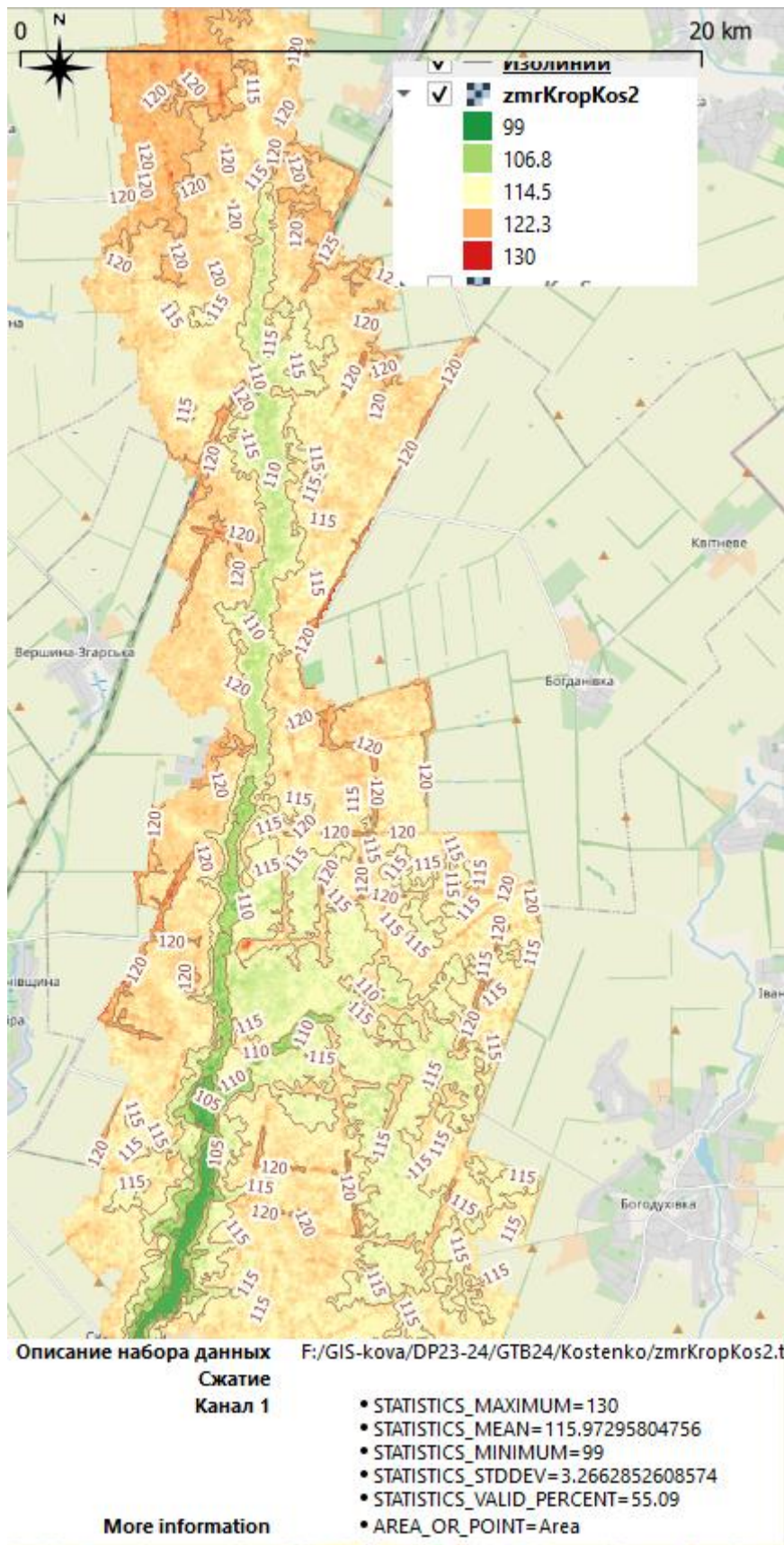


Рисунок 2.2 – Рельєф на водозборі р. Кропивна та його статистика (QGIS)

За статистикою шару середня висота становить 116 м БС, максимальна – 130 м, мінімальна 99 м в нижньому б'єфі греблі водосховища.

Середній похил території водозбору також встановили використавши цифрову модель SRTM USGS рельєфу [53], обробили в QGIS, на виході отримали шар похилів .

Середнє його значення становить 1,05%, максимальні значення – 9 %. Такі незначні похили сповільнюють швидкість формування максимальних витрат поверхневого стоку повені чи дощового паводку.

2.2 Гідрологічні та гідрометричні спостереження

Оскільки на річці Кропивна немає водомірних чи гідрологічних постів, в цьому параграфі наведені дані прямих спостережень за річками аналогами. Такими є р. Супій та р. Золотоношка.

Середня річна амплітуда коливання рівнів води «на річках Нижньодніпровського гідрологічного району змінюється на малих річках в межах 80-380 см. Найбільша річна амплітуда на малих річках досягає 150-500 см» [49].

Дані про максимальні витрати води (Q , м³/с) і шару стоку (мм) весняного паводку (за багаторічний період) приведені в таблиці 2.3, а дані про максимальні витрати води, що визначені за формулою – в таблиці 2.4.

На рисунку 2.3 представлені дані норма, коефіцієнти варіації та асиметрії річного стоку для річок – аналогів. Варіація стоку Золотоношки незначна і становить 0,42. Модуль стоку (норма) становить 1,53 л/с*км².

На рисунку 2.4 представлені дані спостереження за внутрішньорічною мінливістю стоку річок-аналогів. Так шар стоку за рік в середньому становить 50 мм, 65% якого стікає весною.

№ по табл. 41	Река	Пункт	Площадь водосбора, км²	Период наблюдений	Число лет	Средний сток						Принятое значение		Естественный сток л/сек км² обеспеченностью (%)			
						за период наблюдений		за многолетний период									
						расход, м³/сек	модуль, л/сек км²	расход, м³/сек		модуль, л/сек км²		С _в	С _г				
								бытовой	естественный	бытовой	естественный						
219	Супой	с. Песчаное	1900	1927—41, 1958—66	24	2,91	1,53	2,15	3,38	1,13	1,78	0,58	1,55	1,62	1,24	1,12	1,05
220	Ольшанка	с. Млеев	749	1956—66	11	1,20	1,61	1,63	1,63	2,18	2,18	0,62	1,85	1,81	1,09	0,92	0,83
222	Золотоношка	г. Золотоношка	431	1944—66	23	0,68	1,58	0,68	0,71	1,58	1,65	0,42	0,95	1,53	1,07	0,88	0,76
223	Крапивная	с. Крапивное	220	1955—56	2	0,50	2,27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Рисунок 2.3 – Норма, коефіцієнти варіації та асиметрії річного стоку, витяг з [49]

№ по табл. 41	Река	Пункт	Период наблюдений	Количество лет	Площадь водосбора, км²	Средний слой, мм					Средний слой в % годового стока			
						год	весна	лето	осень	зима	весна	лето	осень	зима
219	Супой	с. Песчаное	1928—41, 1959—66	20	1900	49,1	26,1	6,1	8,3	8,6	53	12	17	18
222	Золотоношка	г. Золотоношка	1945—65	21	431	49,7	32,6	2,4	4,8	9,9	65	5	10	20

Рисунок 2.4 – Спостережена внутрішньорічна мінливість стоку річок-аналогів [49]

Розрахунковий розподіл стоку річок-аналогів (в % від річного) в характерні роки для Нижньодеснянського гідрологічного району наведено на рис.2.5.

Водність года	По месяцам												По сезонам			
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	весна (III—V)	лето (VI—VIII)	осень (IX—XI)	зима (XII—II)
219. Супой — с. Песчаное, $F=1900 \text{ км}^2$																
1	3,8	5,5	29,1	16,5	5,5	7,4	4,2	2,7	4,1	5,0	7,1	9,1	51,1	14,3	16,2	18,4
2	3,8	5,4	27,8	15,2	8,8	4,1	2,6	2,1	4,1	6,6	9,3	10,2	51,8	8,8	20,0	19,4
3	5,1	7,3	21,2	13,4	7,9	4,9	3,2	2,5	6,6	7,6	9,1	11,2	42,5	10,6	23,3	23,6
4	3,8	5,5	27,3	17,4	10,1	4,7	3,0	2,4	5,0	5,7	6,8	8,3	54,8	10,1	17,5	17,6
222. Золотоношка — г. Золотоноша, $F=431 \text{ км}^2$																
1	4,4	11,6	41,7	16,3	3,6	0,7	2,6	1,4	1,0	2,8	7,0	6,9	61,6	4,7	10,8	22,9
2	6,3	2,4	40,5	17,4	7,0	2,3	0,9	0,7	1,7	3,1	6,4	11,3	64,9	3,9	11,2	20,0
3	4,6	1,8	40,5	26,7	10,5	2,2	0,5	0,4	0,7	1,0	3,1	8,0	77,7	3,1	4,8	14,4
4	4,5	1,7	41,3	27,3	10,7	1,5	0,4	0,2	0,7	1,0	3,0	7,7	79,3	2,1	4,7	13,9

Рисунок 2.5 – Розрахунковий розподіл стоку річок-аналогів (в % від річного) в характерні роки [49]: 1 –багатоводні, 2 середній, 3 - маловодний, 4 – дуже маловодний

Типові схеми внутрішньорічного розподілу стоку для Нижньодеснянського гідрологічного району наведено на рис.2.6.

Вод-ность года	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Весна	Лето	Осень	Зима
V. Нижнедеснянский гидрологический район																
1	3,0	5,7	44,4	13,6	4,1	4,0	2,2	1,4	1,8	2,6	4,3	12,9	62,1	7,6	8,7	21,6
2	3,8	2,3	46,2	18,4	6,4	3,2	1,6	1,1	1,7	2,8	4,5	8,0	71,0	5,9	9,0	14,1
3	3,9	2,4	43,1	22,0	8,3	3,0	1,5	1,0	1,7	2,5	4,3	6,3	73,4	5,5	8,5	12,6
4	3,2	2,0	44,8	23,3	9,1	2,9	1,4	1,0	1,4	2,1	3,7	5,1	77,2	5,3	7,2	10,3

Рисунок 2.6 – Типовий розподіл стоку (в % від річного) для Нижньодеснянського гідрологічного району в характерні роки [49]: 1 –багатоводні, 2 середній, 3 - маловодний, 4 – дуже маловодний

Максимальні витрати води Q ($\text{м}^3/\text{с}$) та шар стоку (мм) весняного повені (за багаторічний період) наведено на рис.2.7.

219	Супой — с. Песчаное	1900	1928—41, 1959—67	23	$Q_{\text{срочн}}$ h	(125) (79)	1932 1932	(23,4) (22)	(28,5) (26)	(15,0) —	(1,36) (0,93)	(2,2) (2,5)	(185) (117)	(150) (98)	(105) (75)	(72,0) (57)	(36,0) (34)
222	Золотоношка — г. Золотоноша	431	1945—67	23	$Q_{\text{срочн}}$ $Q_{\text{ср.сут}}$ h	39,4 36,6 63	1956 1956 1956	9,96 9,37 29	10,7 9,80 29	24,8 22,7 —	1,33 1,30 0,67	2,3 2,3 2,5	69,0 61,5 97	55,5 49,7 84	38,7 35,0 68	26,5 24,2 55	13,2 12,2 38

Рисунок 2.7 - Максимальні витрати води Q ($\text{м}^3/\text{с}$) та шар стоку (мм) весняного повені (за багаторічний період) [49]

3. ГІДРОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ ДЛЯ ВОДОЗБОРІВ Р.КРОПИВНА

3.1 Річний стік р. Кропивна. Його внутрішньорічний розподіл

Нормою річного стоку «називають середнє його значення за багаторічний період, який включає декілька (не менше двох) повних циклів коливань водності при незмінних фізико-географічних умовах» [12].

При відсутності даних прямих спостережень за основу потрібно брати дані річок аналогів або районовані гідрологічні показники. Останній варіант підходить для басейну р. Кропивна.

Скористаємось картографічним матеріалом [30] та довідниковими даними [49]. За річку Золотоношка норма стоку становить $1,65 \text{ л/с*км}^2$. За сучасними картами – біля 2 л/с*км^2 .

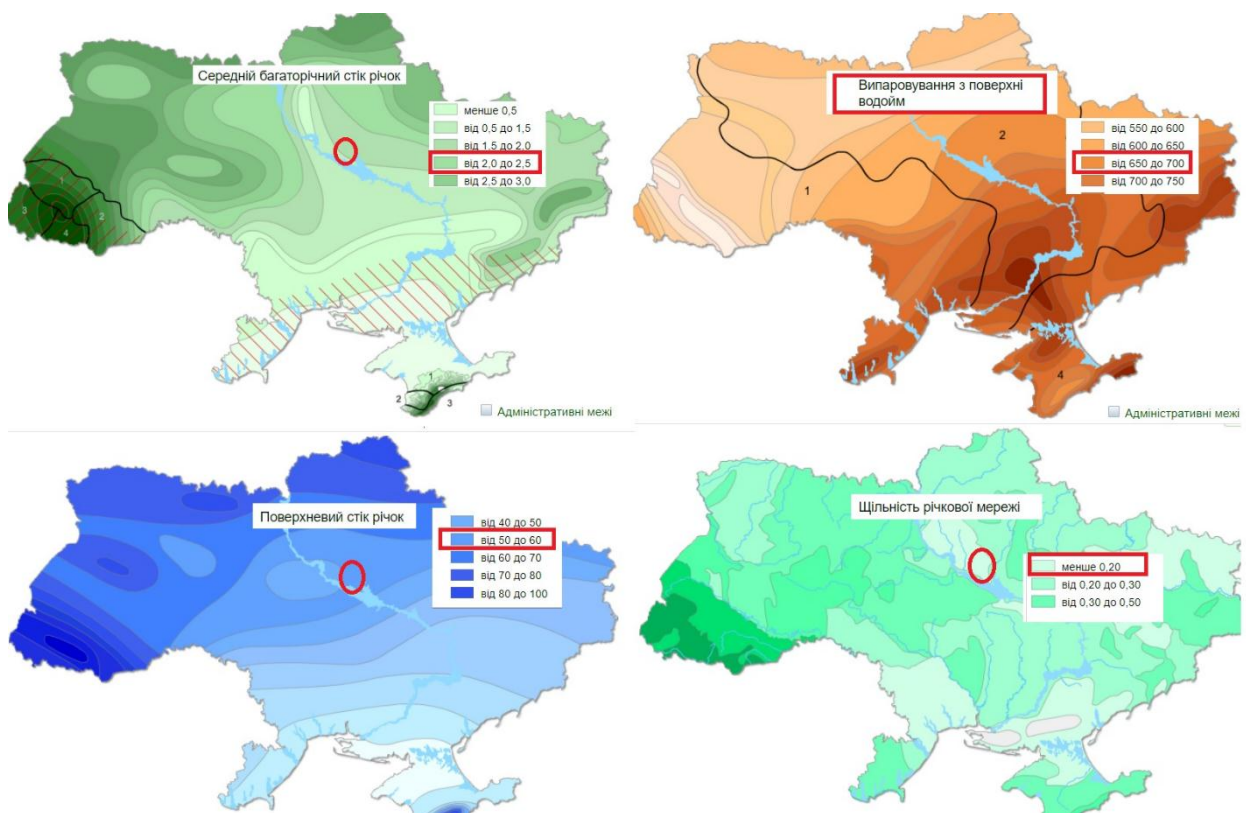


Рисунок 3.1 – Гідрологічні характеристики для річки Кропивна [30]

За картою ізоліній коефіцієнт варіації річного стоку C_v рівний 0,64 [49].

Для водозбору р. Кропивна найбільш вірогідне відношення $C_s=2,0C_v$.

Об'єм стоку визначають за формулою

$$W_{p\%} = q_{p\%} \cdot F \cdot 31,5, \quad (3.1)$$

де F – площа водозбору, км^2 .

Отже норма стоку становить $W_0 = 1,65 \cdot 150,9 \cdot 31,5 = 7,99 \text{ млн.м}^3$,

Розподіл річного стоку всередині сезону встановлюємо за типовою схемою його розподілу (див. рис. 2.6).

Значення модульних коефіцієнтів для років різної водності встановлюємо для $C_v=0,64$ та $C_s=2,0C_v$ (табл.3.1).

Таблиця 3.1 - Внутрішньорічний розподіл стоку для р. Кропивна (витрата, $\text{м}^3/\text{с}$)

Водність року	Місяць												За сезон				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	III-IV	V-VIII	IX-XI	XII-II	Рік
1	0,160	0,422	1,516	0,593	0,131	0,025	0,095	0,051	0,036	0,102	0,255	0,251	1,120	0,043	0,131	0,278	0,303
2	0,144	0,055	0,928	0,399	0,160	0,053	0,021	0,016	0,039	0,071	0,147	0,259	0,744	0,022	0,086	0,153	0,191
3	0,061	0,024	0,539	0,356	0,140	0,029	0,007	0,005	0,009	0,013	0,041	0,107	0,517	0,010	0,021	0,064	0,111
4	0,022	0,008	0,203	0,134	0,053	0,007	0,002	0,001	0,003	0,005	0,015	0,038	0,195	0,003	0,008	0,023	0,041

Тут: 1 –багатоводні роки (забезпеченість – 25%), 2 середній (50%), 3 – маловодний (75%), 4 – дуже маловодний (95%)

Аналогічно провели розрахунки для стоку р. Кропивна

Таблиця 3.2 - Внутрішньорічний розподіл стоку для р. Кропивна (об'єм стоку, тис.м³)

Водність року	Місяць												За сезон				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	III-IV	V-VIII	IX-XI	XII-II	Рік
1	620	1634	5875	2296	507	99	366	197	141	394	986	972	8678	662	1522	3226	14088
2	600	229	3859	1658	667	219	86	67	162	295	610	1077	6184	372	1067	1906	9528
3	275	108	2421	1596	628	132	30	24	42	60	185	478	4646	185	287	861	5979
4	124	47	1137	752	295	41	11	6	19	28	83	212	2183	58	129	383	2753

Розрахунок стоку різної забезпеченості також представлений в додатку А (табл.А.1).

3.2 Визначення максимальної витрати та об'єму стоку весняної повені

При відсутності прямих спостережень за максимальним весняної повені, його значення розраховують як для випадку відсутності даних спостережень – відповідно до рекомендацій ДБН [21].

Відповідно до цього нормативу «..Максимальна витрата води весняної повені $Q_{p\%}$ м³/с, заданої щорічної вірогідності перевищення $P\%$ для рівнинних річок визначають за формулою..»

$$Q_{p\%} = [K_0 \cdot h_{p\%} \cdot \mu \cdot \delta \cdot \delta_1 \cdot \delta_2 / (A + A_1)^{n_1}] \cdot A, \quad (3.2)$$

Поняття складових формули та методика розрахунку максимальної витрати наведені в додатку А.

Проте, як відмітив Вишневський [18], для території України, максимальна витрата води весняної повені $Q_{p\%}$ м³/с, розрахована за формулою (3.2) не підходить. Тому розрахунки рекомендують проводити за формулою граничної інтенсивності [49].

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

Поняття складових формули та методика розрахунку максимальної витрати наведені в додатку А.

Всі розрахунки виконані для двох створів : розрахункового – гребля в с. Синьооківка та гирла річки Кропивна. Розрахунки виконані допомогою за розрахункової програми – таблиці Ексель, автором якої є керівник дипломної роботи, і наведені в таблиці А.2.

Так, максимальна витрата 1%-вої забезпеченості з врахуванням зарегульованості стоку для створу греблі склала $Q_{1\%} = 21$ м³/с, а відповідний йому об'єм стоку $W = 12,8$ млн.м³. В таблиці А.2 представлені і інші «високі» забезпеченості повені.

3.3 Визначення максимальної витрати та об'єму стоку дощового паводку

На об'єкті дослідження відсутні дані спостережень за максимальним зливовим стоком. Тому розрахунки проведені як для випадку відсутності спостережень за формулою, розробленою П.Ф. Вишневським [10].

$$Q_p = 1.67 \cdot h_m \cdot F \cdot \varphi \cdot n \cdot r \cdot r_1 \lambda, \quad (3.3)$$

Поняття складових формули та методика розрахунку максимальної витрати дощового паводку наведені в додатку Б.

Результати розрахунку зливого стоку наведені в табл. Б.1

Всі розрахунки виконані для двох створів : розрахункового – гребля в с. Синьооківка та гирла річки Кропивна. Розрахунки виконані допомогою за розрахункової програми – таблиці Ексель, автором якої є керівник дипломної роботи.

Так, максимальна витрата дощового паводку 1%-вої забезпеченості з врахуванням зарегульованості стоку для створу греблі склала $Q_{1\%} = 10,5 \text{ м}^3/\text{с}$, а відповідний йому об'єм стоку $W = 5,32 \text{ млн.м}^3$.

В таблиці Б.1 представлені і інші «високі» забезпеченості дощового паводку.

Для зручності сприйняття результати розрахунку максимального стоку представлені в табл. 3.3 та 3.4 , що дозволяє порівняти максимальні значення витрат та об'єму стоку весняної повені та зливого паводку.

Таблиця 3.3 - Витрата та об'єми максимального стоку для створу греблі в с. Синьооківка на р. Кропивна

Гідрологічний період	Гідрологічна характеристика	Забезпеченість гідрологічної величини P, %					
		0,5	1	3	5	10	25
Весняна повінь	Максимальна витрата Q, м ³ /с	25	21	16	14	10	5,3
	Об'єм стоку, млн.м ³	15	13	9,3	7,5	4,7	2,0
Дощовий паводок	Максимальна витрата Q, м ³ /с	12	10,6	7,4	6,4	4,6	2,7
	Об'єм стоку, млн.м ³	6,22	5,32	3,72	3,19	2,29	1,33

Аналогічні дані представлені для гирла р. Кропивна.

Таблиця 3.4 - Витрата та об'єми максимального стоку для гирла на р. Кропивна

Гідрологічний період	Гідрологічна характеристика	Забезпеченість гідрологічної величини P, %					
		0,5	1	3	5	10	25
Весняна повінь	Максимальна витрата Q, м ³ /с	28	24	18	15	11	6
	Об'єм стоку, млн.м ³	21	18	13	10	6,5	2,8
Дощовий паводок	Максимальна витрата Q, м ³ /с	7,6	6,7	4,7	4	2,9	1,7
	Об'єм стоку, млн.м ³	8,5	7,3	5,1	4,4	3,1	1,8

Отже, максимальні витрати весняної повені рівноймовірної забезпеченості незначно перевищують дощовий паводок.

3.4 Побудова топографічних характеристик ложе водосховища на р. Кропивна біля с. Синьооківка

Для визначення глибин водойми, звичайно, потрібні результати гідрометричних обмірів водойми, яких немає. Тому в роботі на основі ЦМР

та доступних топографічних карт (генштаб, М 1:100000) в QGIS створена 3D-модель ділянки водойми та земель водного фонду.

Методика створення такої моделі показана в методичних рекомендаціях [37].

Результати моделювання представлені в проекті до ДП, що розроблений в QGIS, та на рис. 3.2.

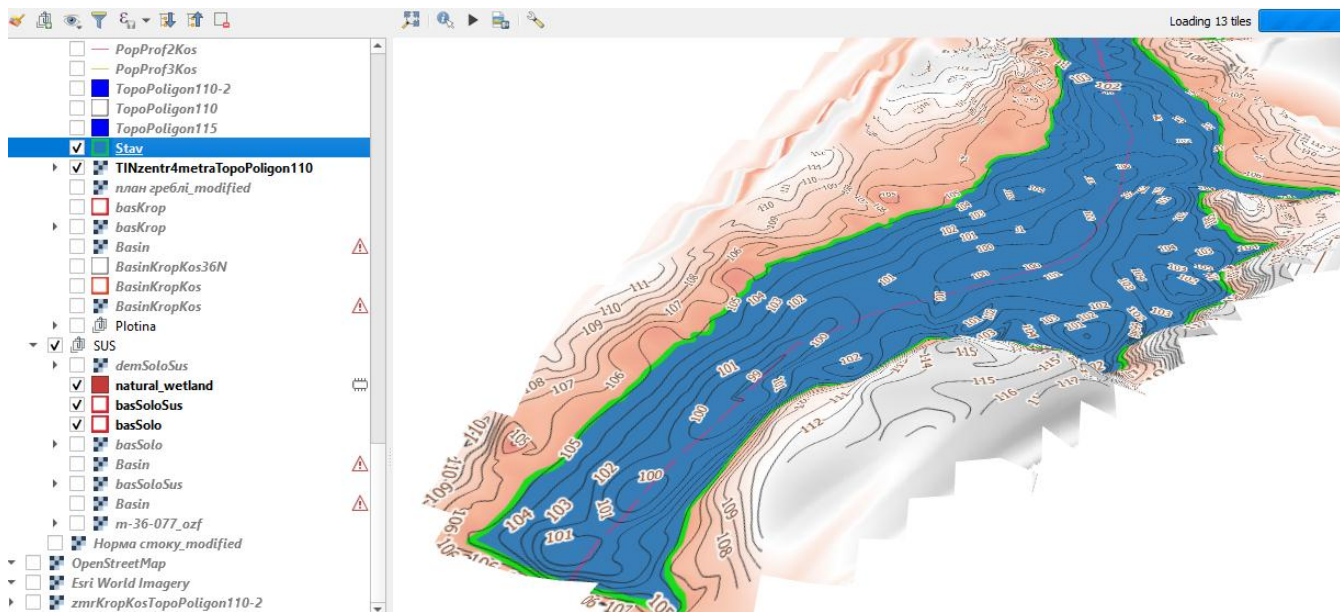


Рисунок 3.2 – 3D-модель ложе водосховища в горизонталях

За даними цієї моделі за допомогою функції «калькулятор растрів» вбудованої в QGIS встановили площі, які можуть бути затоплені за певного рівня дзеркала води (рис.3.3). Ця площа та відповідна відмітка рівня є вихідними даними для побудови топографічних характеристик ложе водосховища.

Результати представлені в табл. 3.5 та на рис. 3.4.

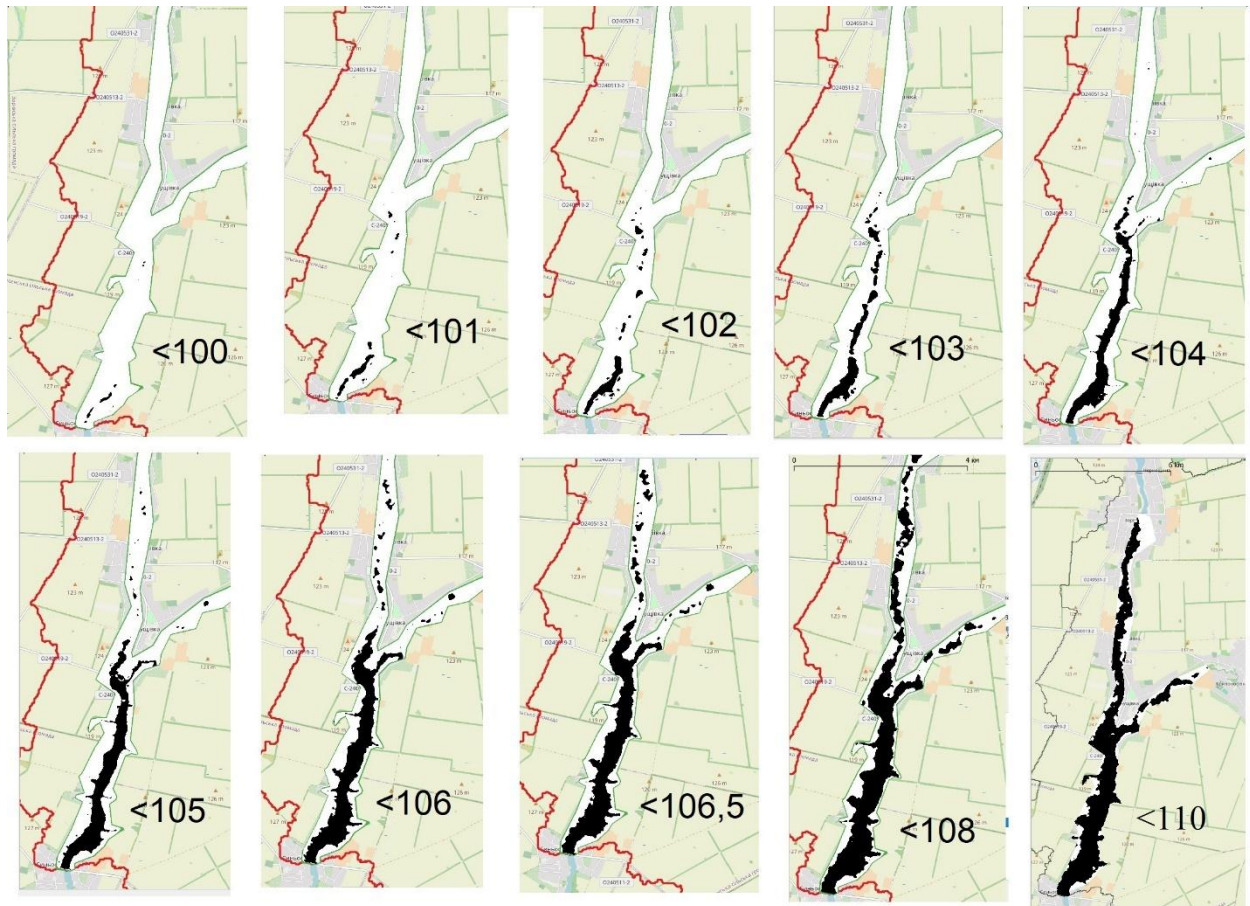


Рисунок 3.3 – визначення площі водного дзеркала водосховища (QGIS), відмітка – м БС

Таблиця 3.5 – До побудови топографічних характеристик ложе водосховища

Відмітка, м.абс	Площа водн.дзерк. млн.м ³	Сер. площа водн.дзерк. млн.м ²	Різниця відміток, м	Частковий об'єм, млн.м ³	Об'єм вдсх, млн.м ³	Середня глибина, м
99	0,000				0,000	0
		0,021	1	0,027		
100	0,041	0,092	1	0,092	0,027	0,67
		0,244	1	0,244		
101	0,142	0,538	1	0,538	0,119	0,84
		0,939	1	0,939		
102	0,346				0,363	1,05
					0,900	1,24
103	0,729					
					1,839	1,60
104	1,148					
					3,203	2,03
105	1,581					
					1,939	

Відмітка, м.абс	Площа водн.дзерк. млн.м ³	Сер. площа водн.дзерк. млн.м ²	Різниця відміток, м	Частковий об'єм, млн.м ³	Об'єм вдсх, млн.м ³	Середня глибина, м
106	2,296				5,142	2,24
		2,448	0,5	1,224		
106,5	2,599				6,366	2,45
		2,750	0,5	1,375		
107	2,900				7,740	2,67
		3,302	1	3,302		
108	3,703				11,042	2,98
		4,002	1	4,002		
109	4,300				15,043	3,50
		4,735	1	4,735		
110	5,169				19,778	3,83

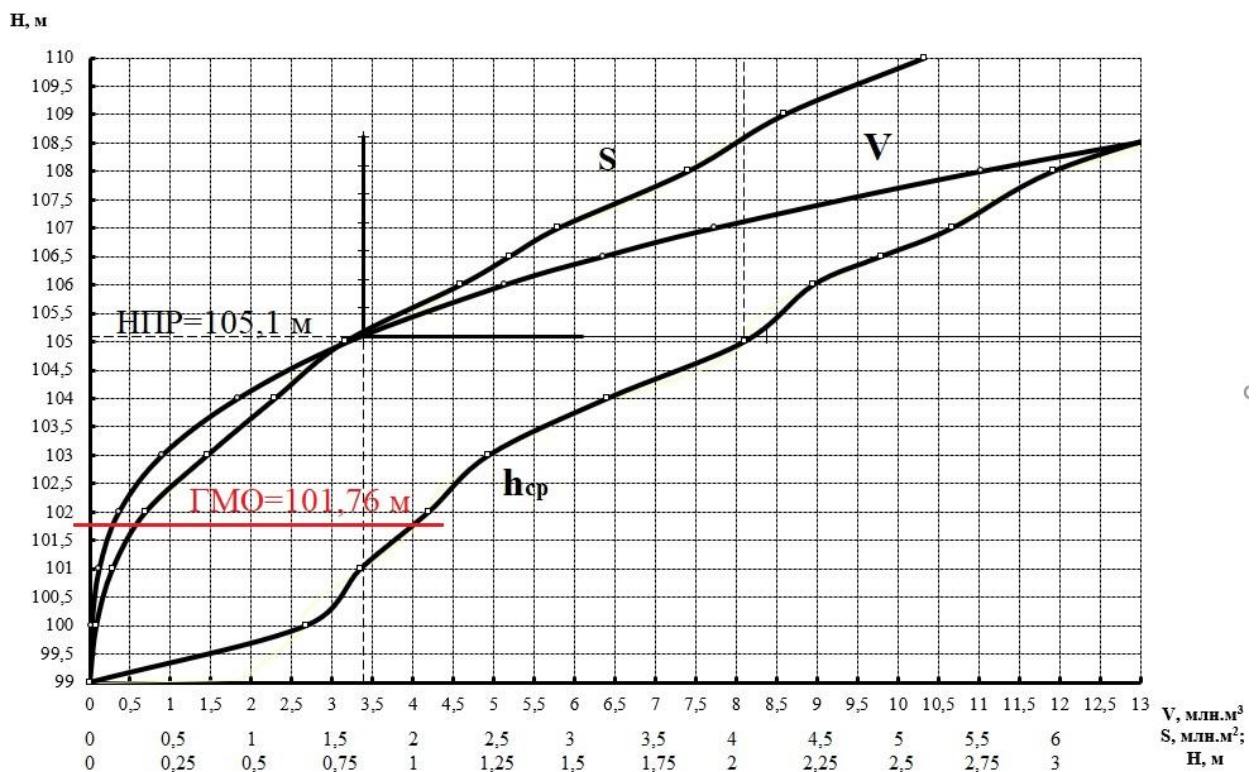


Рисунок 3.4 – Топографічні характеристики ложе водосховища

4 РОЗРОЗКА ПАСПОРТУ ВОДНОГО ОБ'ЄКТУ НА Р.КРОПИВНА

Розробку характеристик Паспорту водосховища на р.Кропивна проведемо послідовно і відповідно до наказу по мінекології щодо розробки паспорту [44] . Пояснення розрахунку слідує за відповідним підпунктом Паспорту.

Підпункт 4.1 наказу [44] «Коротка пояснювальна записка», де зазначаються:

пп.4.1.1 «назва водного об'єкта» - Водосховище не має назви площею 165 га розташоване в межах сел Синьооківка, Хрущівка Золотоніського району Черкаської області;

пп.4.1.2 «назва річки (водотоку) на якій (якому) розташований водний об'єкт, басейн річки» - Річка Кропивна, басейн р. Золотоношка/Дніпра ;

пп.4.1.3 «місцезнаходження водного об'єкта» - в межах сел Синьооківка та Хрущівка Золотоніського району Черкаської області;

пп.4.1.4 «місцезнаходження греблі (у разі наявності), відстань від гирла річки до греблі» - Безпосередньо в селі Синьооківка, на відстані 16,3 від гирла р. Кропивна;

пп.4.1.5 «призначення водного об'єкта (водосховища, ставка) відповідно до проекту будівництва» - на водосховище давно культивують спортивну та комерційну риболовлю. Воно віднесено до «рибних місць» (<https://nameste.com.ua/uk/mesto/vodojom-sineokovka>). Зважаючи на незначний об'єм водосховища та відсутність промислових підприємств навколо об'єкту, можна вважати, що головне призначення водосховища – це рибальство;

пп.4.1.6 «тип водного об'єкта (руслений/неруслений)» - водосховище утворене створенням греблі та водоскиду з водоспуском. Отже тип - руслений;

пп.4.1.7 «вид експлуатації (у каскаді / ізолювано, з можливістю / без можливості регулювання рівня води)» - Річка Кропивна дуже зарегульована в верхній та середній частині водозбору. Практично вище греблі досліджуваного об'єкту вільного від зарегулювання ділянки річки немає. Тому водосховище експлуатується у каскаді. Водоскидна споруда – шахтного типу суміщена з донним водоспуском , тобто водний об'єкт з можливістю регулювання рівнів води ;

пп.4.1.8 «вид регулювання стоку (сезонний/річний/багаторічний)» - каскадне зарегулювання стоку вирівнює його протягом певного багаторічного циклу років. Проте у складі водних об'єктів як правило автоматичні водоскиди . Протягом практично всього періоду існування каскаду в водних об'єктах підтримується нормальний підпірний рівень. Тому вид регулювання скоріше сезонне, ніж багаторічне.

пп.4.1.9 «наявність правил експлуатації водного об'єкта» - не виявили, відсутні;

пп.4.1.10 «власник/балансоутримувач/користувач гідротехнічної споруди.» - не встановлений;

Підпункт 4.2 «Характеристики річки (водотоку)» наказу [44] включає такі позиції:

пп. 4.2.1 «назва річки (водотоку), на якій (якому) розташований водний об'єкт, басейн річки» - річка Кропивна , басейн р. Золотоношка/Дніпра ;

пп. 4.2.2 «водозбірна площа, км² (у гирлі річки та в створі греблі)»:

Для визначення меж водозбору річки Кропивна використана цифрова модель рельєфу (SRTM), яку обробили в QGIS.

Методика обробки наступна:

- формується віртуальний шар ЦМР, який складається з декількох листів ЦМР запозичених на порталі USGS [53]. Головна умова це охоплення всієї межі водозбору річки;
- використання модуля GRASS/Інструменти обробки растрів/r.watershed для формування шару стокових площадок та допоміжних шарів для виділення шуканих басейнів річок (рис. 4.1, в, г) ;
- використання модуля GRASS/Інструменти обробки растрів/r.water.outlet для виділення шуканих басейнів річок у растровому форматі (рис. 4.1, д);
- перетворення растрових водозборів в векторні полігони (рис 4.1. е, червона межа водозбору);

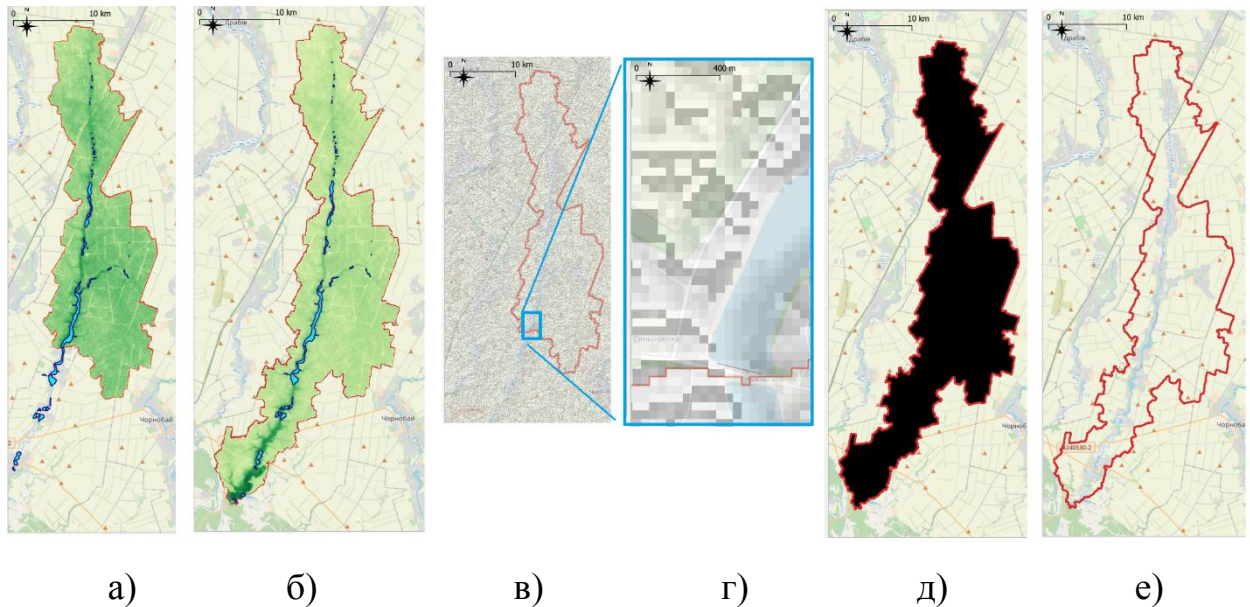


Рисунок 4.1 – Виділення розрахункових водозборів річки Кропивна в QGIS

Отже векторний полігон басейну річки (див. рис. 4.1, е) є «маскою» для ГІС моделювання гідрологічних, морфометричних та гідротехнічних розрахунків.

Площа водозбору до розрахункового створу визначена з цифровою моделлю рельєфу в QGIS склала $F=150,9 \text{ км}^2$ (рис. 4.1, а). Площа водозбору

річки Кропивна в гирлі (рис. 4.1, б) визначена також з цифровою моделлю рельєфу в QGIS і склала $F=200,6 \text{ км}^2$.

Характеристики річки зручніше представити в табличній формі – Паспорт водного об'єкту, додаток В.

пп. 4.2.3 «гідрологічні показники стоку (у гирлі річки та в створі греблі)» - за відсутності спостережень визначені за типовими схемами розподілу стоку та районування території суббасейну Середнього Дніпра за довідниковими даними [49].

пп. 4.2.4 «модуль річного стоку, л/с з 1 км^{-2} »:

Відповідно до результатів гідрологічних розрахунків (див. розділ 3) та довідникової літератури [49] модуль стоку для водозбору становить $M=1,7 \text{ л/с*км}^2$ (рис.4.2).

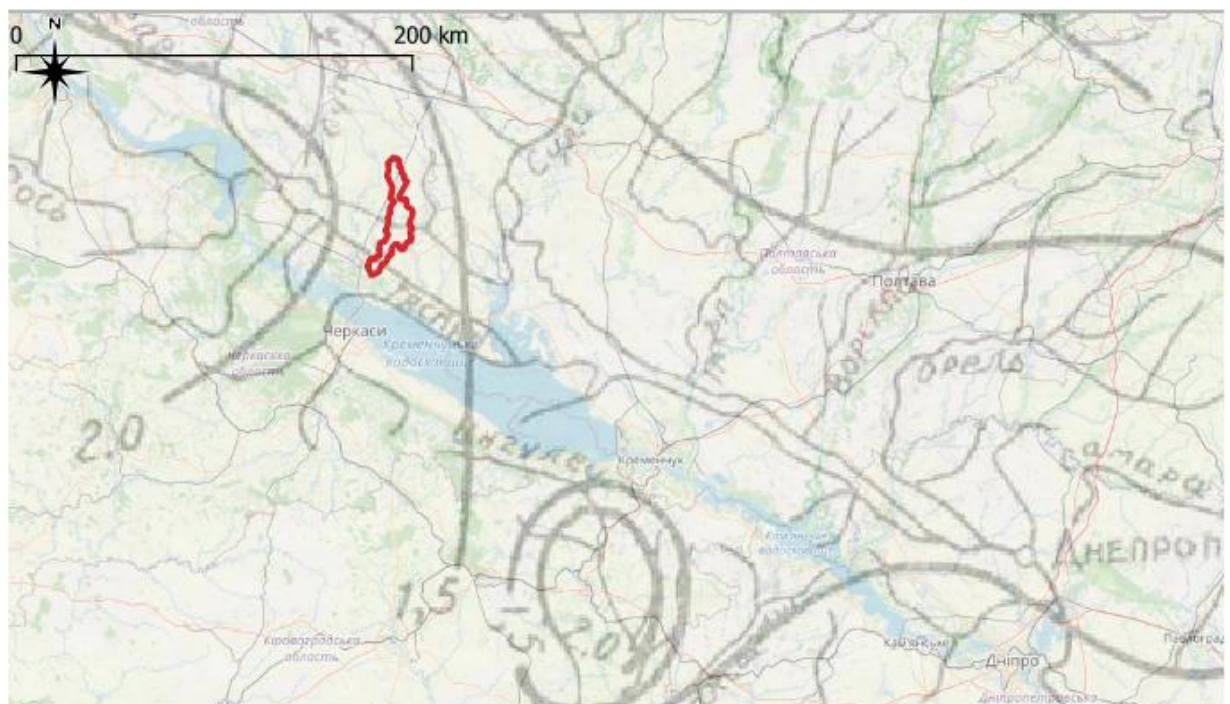


Рисунок 4.2 – Модуль річного стоку [49]: червоний полігон – водозбір р. Кропивна

пп. 4.2.5 «середній багаторічний обсяг стоку, тис. м^3 (за рік, в тому числі за період повені)» -

встановлений за гідрологічними розрахунками як для випадку відсутності даних спостережень (див. Розділ 3) і становлять для створу греблі 8,09 млн.м³/рік, для гирла річки – 10,75 млн.м³/рік;

пп. 4.2.6 «витрати води, м³/с: середня багаторічна, середньомісячна мінімальна (95 % забезпеченості)» :

встановлені гідрологічними розрахунками як для випадку відсутності даних спостережень (див. Розділ 3) і становлять для створу греблі: середня багаторічна - 0,257 м³/с, середньомісячна мінімальна (95 % забезпеченості) – 0,041 м³/с; для гирла річки: середня багаторічна - 0,341 м³/с, середньомісячна мінімальна (95 % забезпеченості) – 0,072 м³/с;

пп. 4.2.7 « величина екологічних витрат води, м³/с»:

В Україні нормативи Держводгоспу рекомендують прийняти в якості екологічних витрат мінімальну середньомісячну витрату 95%-ої забезпеченості. Розрахунок її пропонують брати за багаторічний репрезентативний період. За відсутності спостережень за стоком в якості вихідних даних є тільки типова схема розподілу стоку в середині року (див. Розділ 3) та типова мінливість стоку з її характеристикою – коефіцієнтом варіації стоку.

Для теоретичної оцінки мінімальної середньомісячної витрати 95%-ої забезпеченості приймемо відношення цієї витрати до норми стоку. Розрахунки наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Обґрунтування величини екологічної витрати для створу греблі

Водність року	Місяць											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Норма витрати, м3/с	0,144	0,055	0,928	0,399	0,160	0,053	0,021	0,016	0,039	0,071	0,147	0,259
Витрата в рік 95% забезпеченості , м3/с	0,022	0,008	0,203	0,134	0,053	0,007	0,002	0,001	0,003	0,005	0,015	0,038
Відношення витрат 95%/норма	0,153	0,152	0,219	0,337	0,328	0,140	0,095	0,061	0,088	0,069	0,101	0,146

В результаті середнє відношення витрат $K_{95\%/норма}$ склало 0,158.

Тоді екологічна витрата $Q_{eko}=Q_0 * K_{95\%/норма}=0,257*0,158=0,041 \text{ м}^3/\text{с}$.

Таблиця 4.2 – Обґрунтування величини екологічної витрати для гирла р. Кропивна

Водність року	Місяць											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Норма витрати, м3/с	0,228	0,087	1,468	0,631	0,254	0,083	0,033	0,025	0,062	0,112	0,232	0,410
Витрата в рік 95% забезпеченості, м3/с	0,047	0,018	0,431	0,285	0,112	0,016	0,004	0,002	0,007	0,010	0,031	0,080
Відношення витрат 95%/норма	0,206	0,204	0,294	0,452	0,440	0,188	0,128	0,082	0,119	0,093	0,135	0,196

В результаті середнє відношення витрат $K_{95\%/норма}$ склало 0,211.

Тоді екологічна витрата $Q_{eko}=Q_0 * K_{95\%/норма}=0,341*0,211=0,072 \text{ м}^3/\text{с}$.

пп. 4.2.8 «внутрішньорічний розподіл стоку (у роки із 50, 75, 95 % забезпеченості), тис. м^3 (у гирлі річки та у створі греблі)»: проведений за класичною методикою внутрішньорічного розподілу стоку за типовими схемами розподілу для Нижньодеснянського гідрологічного району [49].

Результати розрахунку проведені в Excel за розробленою керівником роботи програмою і наведені в розділі 3 та додатку А.

Підпункт 4.3 «Характеристик водного об'єкта» наказу [44] включає такі позиції:

пп. 4.3.1 «довжина, м» - визначена в QGIS з плану водосховища як відстань по форватеру водойми від греблі до підпірної греблі в верхньому б'єфі (рис.4.3).

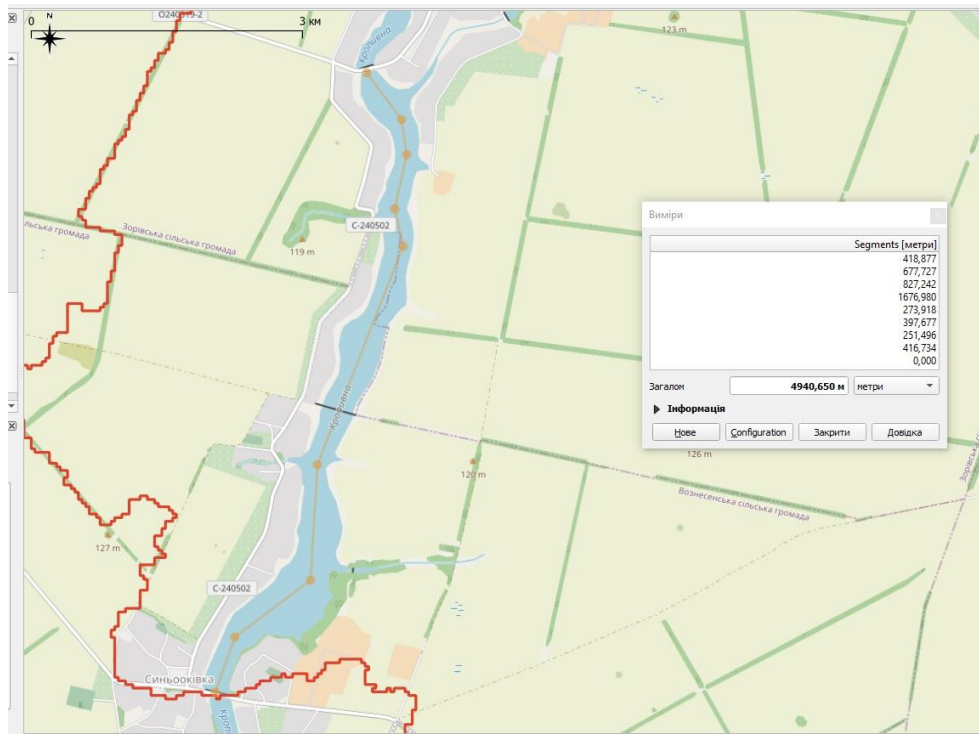


Рисунок 4.3 – Визначення довжини водосховища засобами ГІС

Отже довжина склала 4940 м;

пп. 4.3.2 «максимальна та середня ширина, м» - визначена як перпендикуляр максимальної довжини до лінії форватуру (центру) водойми (рис.4.4),

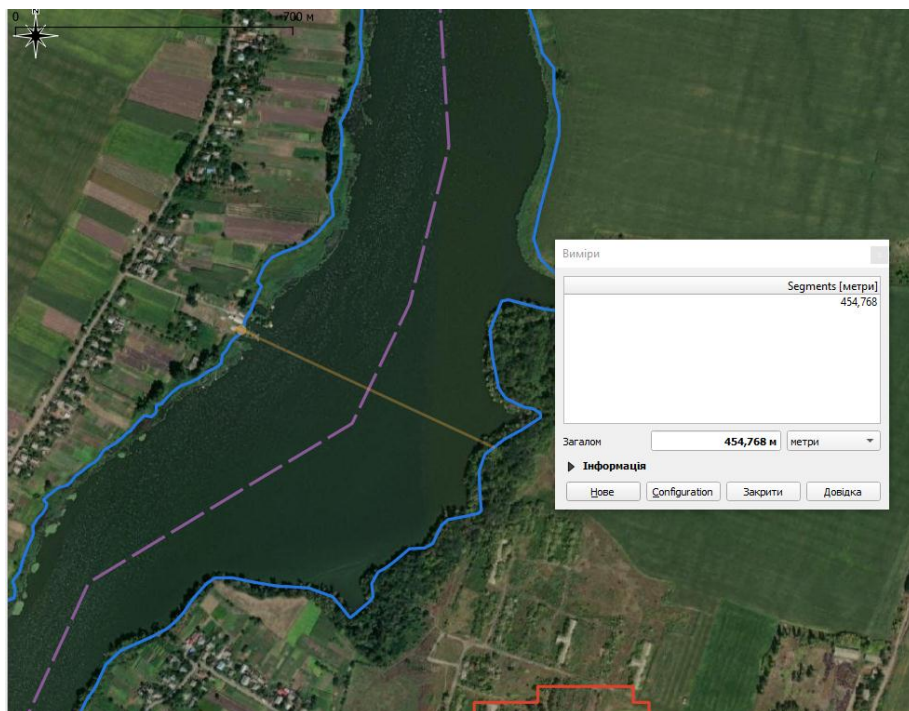


Рисунок 4.4 – Визначення максимальної ширини водосховища засобами

ГІС

Отже максимальна ширина водосховища склала 454 м;

Для визначення середньої ширини був побудований полігон по контуру водойми за знімками Google Earth за візуального визначення границь урізу води (за характерними зарослями) (рис.4.5)



Рисунок 4.5 – Створення полігону водойми по урізу води в QGIS

Відповідно до нього площа полігону водойми по урізу за знімками Google Earth склала 147,2 га.

Тоді середня ширина водойми становитиме

$$V_{сер} = S/L, \quad (4.1)$$

де S – площа дзеркала води, м²;

L – довжина водойми по форватуру, м.

Отже маємо $V_{сер} = 1472000/4940 = 298$ м.

пп. 4.3.3 «найбільша та середня глибина, м».

Для визначення глибин звичайно потрібні результати гідрометричних обмірів водойми, яких немає. Тому в роботі на основі ЦМР та доступних

топографічних карт (генштаб, М 1:100000) в QGIS створена 3D-модель ділянки водойми та земель водного фонду. Методика створення такої моделі показана в методичних рекомендаціях [37].

Результати моделювання представлені в проекті до ДП, що розроблений в QGIS, та на рис. 3.2.

В розділі про визначення топографічних характеристик ложе водосховища розкрита суть методики з побудовою топографічних характеристик для водосховища.

При НПР=105,1 м БС, шукані глибини дорівнюють відповідно $h_{\max}=6,1$ м, $h_{\text{ср}}=2,03$ м.

Оскільки основне призначення водосховище – це риболовля, глибини тут малі і тому призначення рівня мертвого об'єму визначене умовами експлуатації водоскидної споруди.

пп. 4.3.4 «площа водного дзеркала при нормальному підпірному рівні (далі - НПР), га» - як показано вище (див. рис.4.6) площа водного дзеркала при нормальному підпірному рівні, визначена за контурами урізу води, склала 147,2 га.;

пп. 4.3.5 «відсоток заростання водного об'єкта, %». Для визначення цього показника використані дві баз даних. Перша – це запозичений файл водно-болотних угідь завантажений за допомогою модуля QOSM, який не дав результатів, другий – це візуальна фото з Google Earth (рис.4.6).



Рисунок 4.6 – Визначення площі заростання водойми: 1 – зарослі очерету та водної рослинності, 2 – відкрита водна поверхня, 3 – відмітка НІР (карти генштабу), 4 – вхідний оголовок шахтного водоскиду

Обробка даних таблиці атрибутів двох полігонів встановила площу заростання водойми, яка склала 42,2 га, або 28,7% площі водного дзеркала при НПР.

пп. 4.3.6 «відмітка НПР, м Балтійської системи висот (далі - БС)» - визначена за даними топокарт генштабу [28], (рис.4.6, 3) за якою вона рівна 105,1 м.

Взагалі відмітка НПР визначена типом водоскидної споруди та відміткою її оголовка (рис.4.6, 4)

пп. 4.3.7 «відмітка максимального (форсованого) підпірного рівня (далі - ФПР), м БС» - визначена конструкцією земляної греблі, мінімальна відмітка гребня якої складає 107 м БС. З врахуванням мінімального запасу в 0,5 м, призначена відмітка ФПР=106,5 м БС.

пп. 4.3.8 «відмітка рівня мертвого об'єму (далі - РМО), м БС» - визначена розташуванням шандор водоспускної споруди суміщеної з вхідним оголовком водоскиду. За відсутності даних про конструктивні розміри водоспуску в основу покладений екологічний принцип збереження іхтіофауни при вилові риби чи аварійній ситуації з умови зниження значення середньої глибини до 0,9-1,1 м. Для $h_{ср}=1,00$ м відмітка рівня складе РМО=101,76 м.

пп. 4.3.9 «об'єм при НПР, тис. м³» - повний об'єм водосховища при НПР визначений з топографічних характеристик і складає 3,383 млн.м³.

пп. 4.3.10 «об'єм при ФПР, тис. м³» - повний об'єм водосховища при ФПР визначений з топографічних характеристик і складає 6,366 млн.м³.

пп. 4.3.11 «об'єм при РМО, тис. м³» - повний об'єм водосховища при РМО визначений з топографічних характеристик і складає 0,286 млн.м³. (для водних об'єктів без можливості регулювання не визначається);

пп. 4.3.12 «корисний об'єм, тис. м³» - визначається як різниця між повним та мертвим об'ємом і складає 3,097 млн.м³.;

пп. 4.3.13 «об'єм екологічного попуску, тис. м³ (визначається окремо для кожного водного об'єкта для діапазону від 0,3 до 0,5 м від НПР, для водних об'єктів без можливості регулювання не визначається)». Враховуючи наявність водоспуску в період меженного стоку допускається понизити рівень води на 0,5 м нижче НПР для забезпечення екологічного попуску води в НБ .

Значення об'єму екологічного попуску визначене з топ кривих для рівнів НПР та НПР-0,5м (рис.4.7) і складає 0,87 млн.м³.

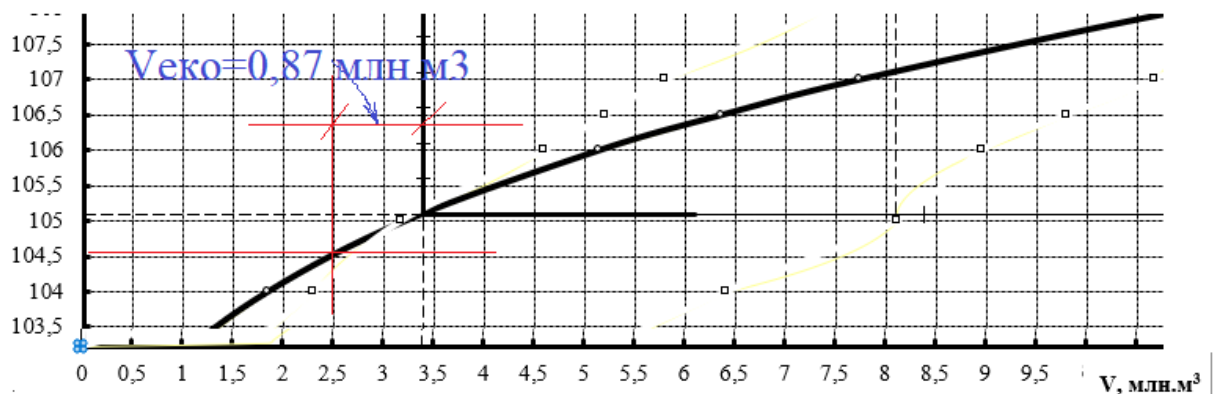


Рисунок 4.7 – Визначення об'єму екологічного попуску води

пп. 4.3.14 «основні хімічні та фізико-хімічні показники якості води, специфічні синтетичні та несинтетичні речовини» - за відсутністю даних не визначались.

пп. 4.3.15 «втрати на випаровування та фільтрацію протягом року, тис. м⁻³.».

Втрати на випаровування встановлюємо за середньою величиною для широти водосховища. Норму випаровування прийнята з [30], рис.4.9.

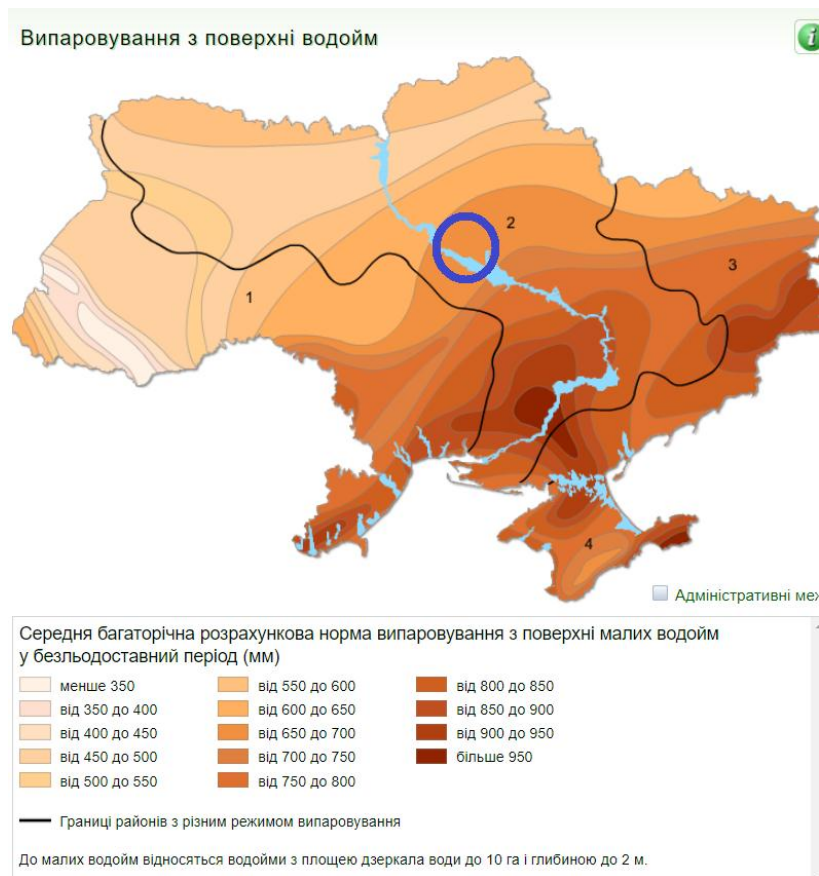


Рисунок 4.9 – Випаровування з поверхні водойм [30]

Отже випаровування з водойм становить 680 мм/рік. В перерахунку на площу водного дзеркала при НПР це становить $V=h*S=0,68*1472000=1001000\text{ м}^3=1,0\text{ млн м}^3$.

Для визначення втрат на фільтрацію необхідно розуміти, що живлення водосховища в меженний період, в основному ґрунтове, тому відтоку води з нього в борти схилів малоімовірно. Основні втрати будуть спостерігатись на греблі водосховища.

Для їх визначення необхідно побудувати профілі греблі (поперечний та поздовжній).



Рисунок 4.10 – Схема-план греблі водосховища

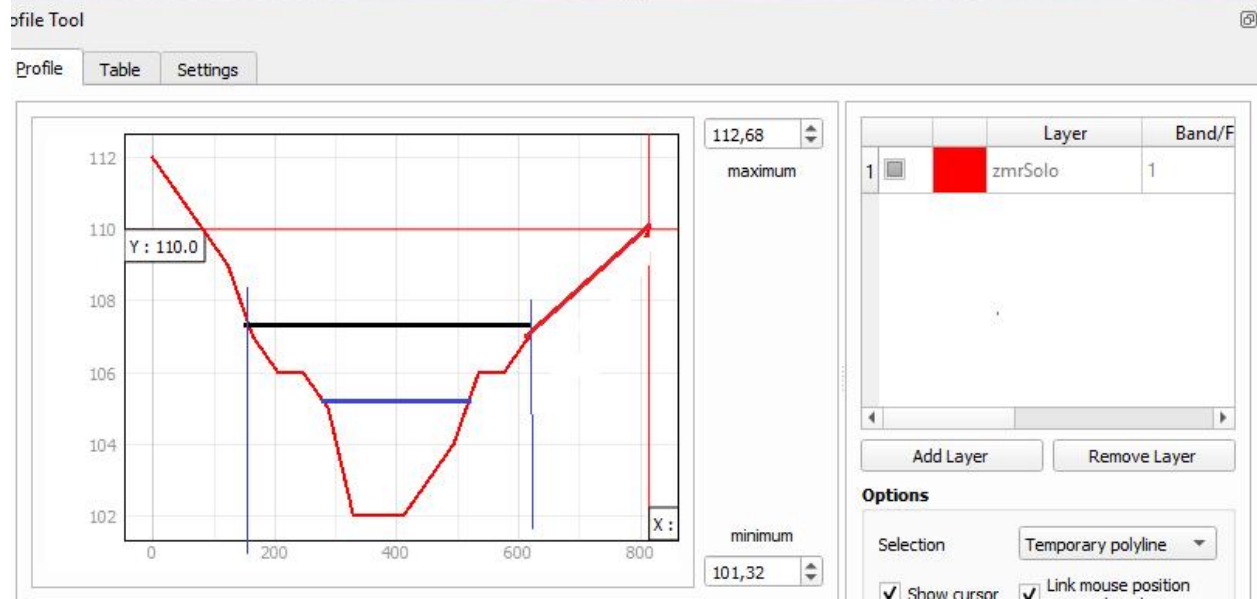


Рисунок 4.11 – Поздовжній профіль по осі греблі (QGIS)

Фільтраційними розрахунками встановимо фільтраційну витрату через тіло греблі;

Фільтраційна витрата в тілі і основі греблі визначається по ф-лі Дюпюї [2]. При цьому область фільтрації перетворюється у віртуальний профіль (Павловського), головна властивість якого - однородно-ізоотропність масиву.

$$q = \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L} \cdot k \quad (4.2)$$

де L - довжина ґрунтового масиву, м;

Товщина водопроникної основи незначна, всього 1 м (за геологічною будовою) Коефіцієнти фільтрації для тіла греблі складеного з суглинків становить $k_f = 0,1$ м/добу.

На рис.4.12 наведено розрахункову схему для об'єкту дослідження, для якої розрахункові глибини формули (4.2) будуть відповідно $h_1 = 6,6$ м та $h_2 = 0,5$ м.

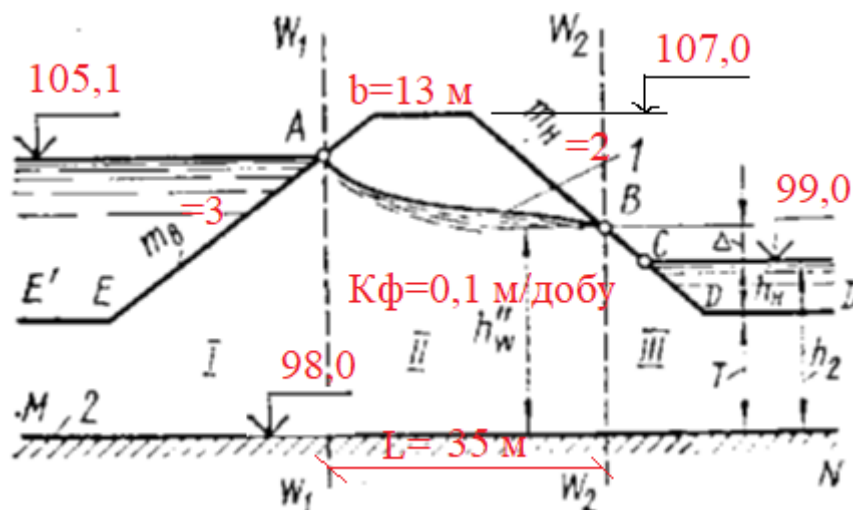


Рисунок 4.12 - Розрахункова схема однорідної греблі на частково водопроникній підвалині.

Тоді фільтраційна витрата дорівнює

$$q' = ((6,62 - 0,52) * 0,1) / (2 * 35) = 0,062 \text{ м}^2/\text{доб.}$$

З врахуванням довжини напірного фронту греблі 150-180 м секундна втрата води на фільтрацію через тіло греблі складе $10 \text{ м}^3/\text{добу}$, а за рік – 3650 м^3 .

Підпункт 4.4 «Характеристик греблі» наказу [44] включає такі позиції:
 пп. 4.4.1 «тип, конструкція» - однорідна на водонепроникній підваляні (водоупор – мергелиста глина).

Поперечний профіль греблі показаний на рис. 4.13 і визначений як типовий для однорідних гребель класу наслідків СС1.

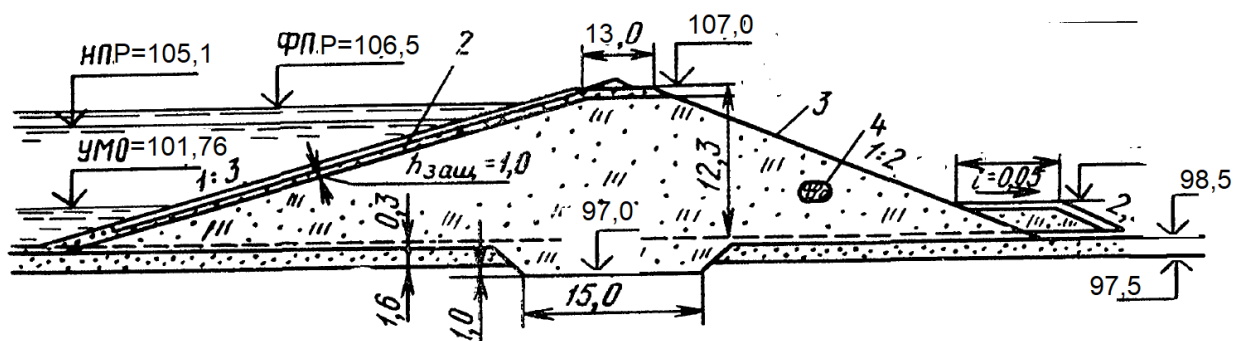


Рисунок 4.13 – Поперечний профіль греблі водосховища в с. Синьооківка

пп. 4.4.2 «матеріал» - матеріал тіла греблі місцевий – суглинки середні та легкі;

пп. 4.4.3 «конструктивні параметри: ширина по гребеню, м, довжина, м, максимальна висота, м» - відображені на рис.4.13 і, зокрема:; довжина греблі по осі оцінена в 311 м (див. рис.4.11), максимальна висота греблі в перерізі тальвегу річки склала 10 м; верхній укіс закріплений залізобетонними плитами, нижній – травостоєм. За часи експлуатації розвинулась деревна рослинність по обом відкосам.

пп. 4.4.4 «закладання укосів: верхового, низового» - типове. Представлено на схемі (див. рис.4.11) і складає : верхового 3, низового 2;

пп. 4.4.5 «кріплення укосів: верхового, низового» - верхній укіс закріплений залізобетонними плитами, нижній – травостоєм. За часи експлуатації розвинулась деревна рослинність по обом відкосам;

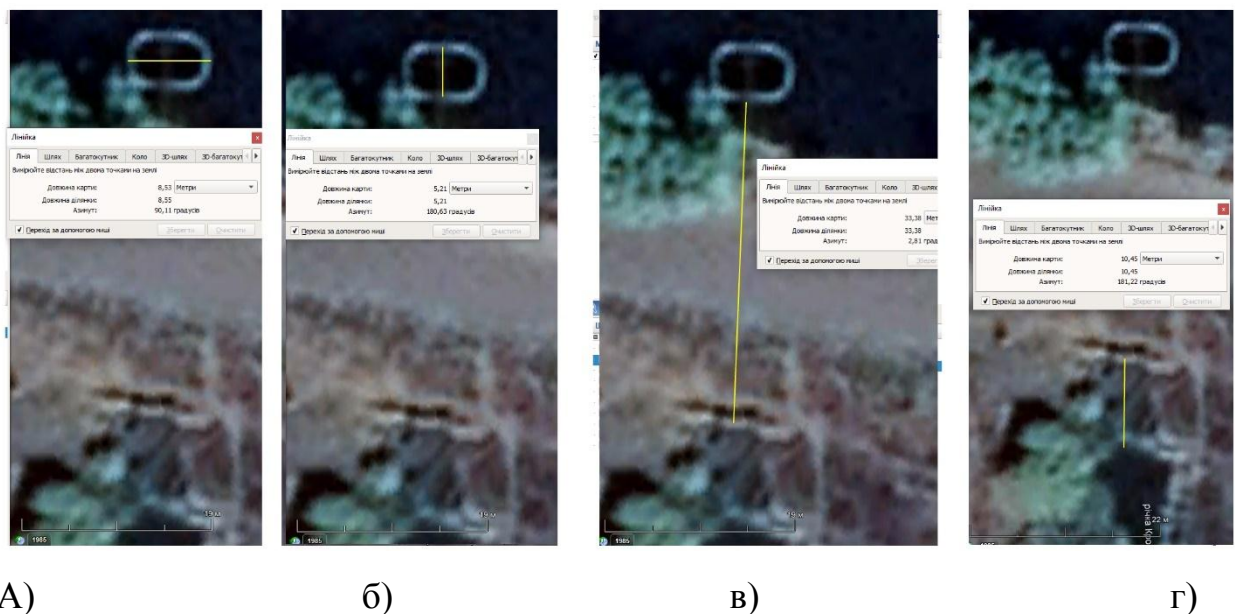
пп. 4.4.6 «наявність та конструктивні параметри переїзду, розташованого на греблі» - ширина по гребеню - 13 м так як тут автомобільна дорога з твердим покриттям, клас дороги не нижче 3.

Підпункт 4.5. «Характеристик водоскидної споруди» включає такі позиції:

пп. 4.5.1 «тип» - тип водоскидної споруди – шахтний водоскид суміщений з донним водоспуском;

пп. 4.5.2 «матеріал» - за відсутності інформації можна передбачити, що матеріал шахти водоскиду – бутобетон армований, матеріал відвідних труб – збірний залізобетон, гасник енергії – типова бетонна конструкція з водобійною стінкою.;

пп. 4.5.3 «конструктивні параметри: вхідний оголовок, м, водопровідна частина, м, вихідний оголовок, м». Конструктивні параметри визначені на основі фото Google Earth (рис.4.14);



Рисцнок 4.14 – Визначення розмірів елементів водоскидної споруди: а) – довжини оголовка водоскиду в плані; б) – ширини оголовка водоскиду в плані; в) – довжини відвідної труби; г) – довжини гасника енергії.

Оцінка лінійних розмірі елементів водоскидної споруди дала такі результати: а) – довжини оголовка водоскиду в плані по зовнішньому

контур склала 8,5 м ; б) – ширини оголовка водоскиду в плані по зовнішньому контуру склала 5,2 м; в) – довжини відвідної труби склала 33 м; г) – довжини гасника енергії склала 10,5 м.

Вхідний оголовок водоскиду з закругленими кутами радіусом 1,5 м. Товщина стінка оголовка – 0,5 м, Внутрішній периметр оголовка складає 21 м. Розмір водоскидної труби не менше 2 м в діаметрі.

пп. 4.5.4 «спосіб регулювання (затвори щитові / засувки)» - автоматичний. При перевищенні рівня води від НПР, надлишок автоматично скидається в нижній б'єф. При необхідності скидку води з водосховища регулюють донний водовипуск виконаний по типу Шандор;

пп. 4.5.5 «пропускна здатність водоскидної споруди, м³/с».

Водоскидні споруди призначені для скидання з водоймища в нижній б'єф частини паводкових витрат, що акумулюється у водосховище, заповнюючи об'єм форсування.

Пропускна здатність водоскиду встановлена за розрахунковою схемою (рис.4.15)

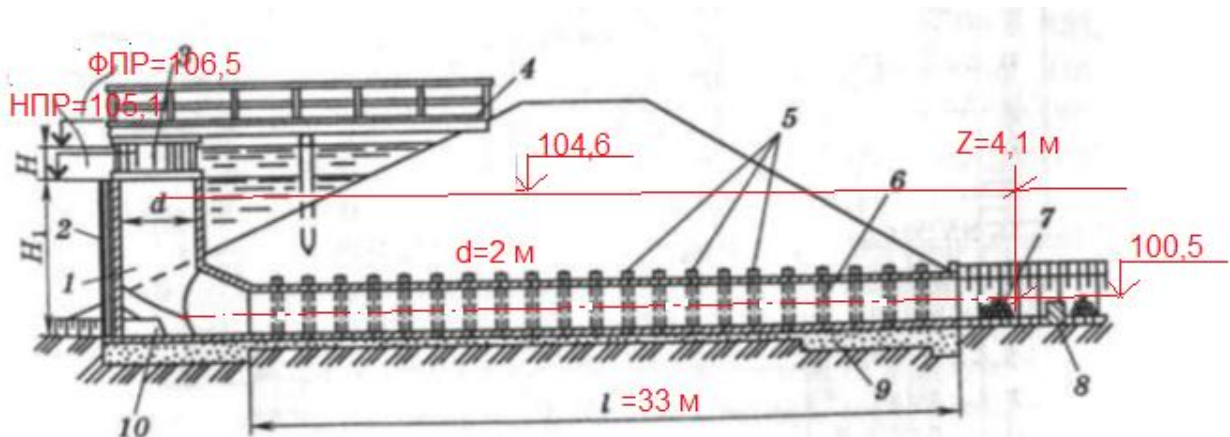


Рисунок 4.15 – Конструкція шахтного водоскиду [15]. Розрахункова схема до визначення пропускної здатності

витрата визначаємо за формулою [51]

$$Q_r = \mu\omega(2gZ)^{0.5} \quad (4.3)$$

де	$Q_{1\%}$	-	витрата -пропускна здатність водоскиду $\text{м}^3/\text{с}$;
	μ_r	-	Коефіцієнт витрати, приймаємо 0,6;
	ω	-	Площа живого перерізу труби $3,14 \text{ м}^2$.
	Z	-	Розрахунковий максимальний напір $4,1 \text{ м}$.

Розрахункова витрата однієї труби відповідно до гідравлічного розрахунку $Q=0,6*3,14*(19,62*4,10)^{0,5}=16,9 \text{ м}^3/\text{с}$, що відповідає значенню розрахункового паводку.

Підпункт 4.7. «Характеристик прибережної захисної смуги»:

пп. 4.7.1 «інформація про встановлення, залуження та заліснення» - інформація відсутня. В QGIS виділена передбачувана ПЗС (прибережна захисна смуга) та ВЗ (водоохоронна зона) – рисунок 4.16;

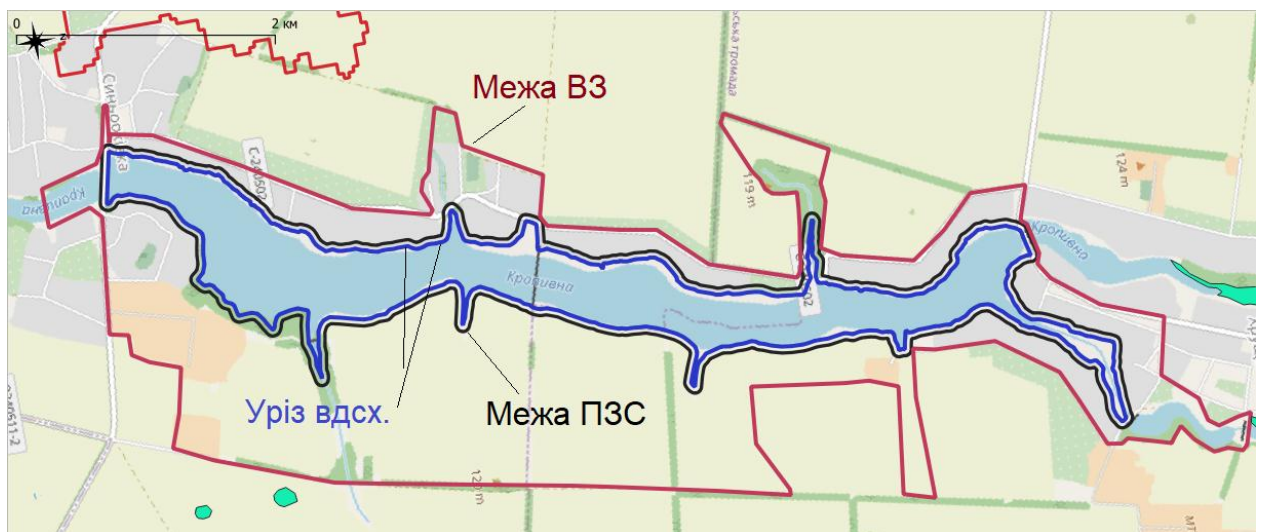


Рисунок 4.16 – ПЗС та ВЗ для водосховища на р. Кропивна біля с. Синьооківка

Площа ПЗС склала $49,93 \text{ га}$, довжина берегової лінії – 9986 м .

Площа ВЗ склала, за винятком площі ПЗС, $415,7 \text{ га}$, довжина контуру ВЗ склала м

пп. 4.7.2 «розмір (ширина) смуги, м» - ширина ПЗС відповідно до Водного Кодексу України [12] повинна складати 50 м . Враховуючи існуючу забудову та землекористування в межах ПЗС повсюдно вимоги до використання ПЗС порушуються (рис.4.17).



Рисунок 4.17 – Приклади порушень Водного Кодексу в межах ПЗС водосховища на р. Кропивна біля с. Синьооківка: 1 – уріз води при НПР, 2 – межі ПЗС

Пп 4.8. Графічні матеріали:

пп. 4.8.1 «ситуаційний план водного об'єкта, М 1:10000 - 1:50000» - розміщений в додатку В, рис. В.1;

пп. 4.8.2 «план водного об'єкта, М 1:500 - 1:10000 (із зазначенням відміток дна у м БС, кадастрового номера земельної ділянки під водним об'єктом або координат кутових точок водного об'єкта (не менше 6) у системі координат WGS-84);» - розміщений в додатку В, рис. В.2 та рис. В.3;

пп. 4.8.3 «план гідротехнічної споруди» - розміщений в додатку В, рис. В.4;

пп. 4.8.4 «плани та розрізи всіх основних елементів гідротехнічної споруди (водопідвідних, водорегулюючих, водоскидних, водовідвідних)» - розміщений в додатку В, рис.В.4;

пп. 4.8.5 «поздовжній профіль по осі водного об'єкта» - розміщений на рис.4.11 тв в додатку В;

пп. 4.8.6 «поперечні перерізи у характерних місцях» - - розміщений на рис 4.12 та в додатку В;

пп. 4.8.7 «графіки залежності площі водного дзеркала та об'єму від відмітки рівня води: $S=f(h)$, $W= f(h)$, де S - площа водного дзеркала, W -

об'єм, h - відмітка рівня води, f - функція» - розміщений в додатку В,
рис.В.6.

ВИСНОВКИ

Робота присвячена актуальній темі – паспортизації водних об'єктів, як важливої складової збереження та відтворення місцевих водних ресурсів. Головна мета паспортизації водних об'єктів полягає не тільки у встановленні основних технічних характеристик водойми, а і створення умов експлуатації водних об'єктів та земель водного фонду відповідно до Водного кодексу України.

За результатами роботи можна зробити такі *висновки*:

1. Проведений всебічний аналіз природно-кліматичних умов для території басейну р. Кропивна. Встановлені особливості рельєфу, гідрогеологічні та геологічні відмінності району проектування, тощо.

2. Опрацьована довідникова література та визначена ступінь гідрологічної вивченості р. Кропивна.

3 Проведені гідрологічні розрахунки для створу греблі та гирла річки Кропивна. Для вказаних створів розраховані значення норми річного стоку, річного стоку різної забезпеченості (від 1% до 99%). Так норма стоку для створу греблі біля с. Синьооківка склала $0,26 \text{ м}^3/\text{с}$., для гирла річки $0,41 \text{ м}^3/\text{с}$.

4 Гідрологічними розрахунками визначені значення максимального стоку та витрати весняної повені та дощового паводку. Розрахунки проведені як для випадку відсутності спостережень. Максимальні витрати дощового паводку дещо менше відповідні витрати весняної повені. Так для 1%-вої забезпеченості вони відповідно 11 та $21 \text{ м}^3/\text{с}$. об'єми стоку відповідно 5,3 та 13 млн. м^3 .

5. Широко використано моделювання в QGIS. Побудована 3D-модель рельєфу ложе водосховища за якою встановлені топографічні характеристики : площа водного дзеркала, об'єми водосховища.

б. Розроблений Паспорт водосховища біля с. Синьооківка відповідно до нормативних вимог. Визначення характерних параметрів водного об'єкту проведено за використання моделювання в QGIS. Зокрема в ГІС встановлені : лінійні розміри водного об'єкту, морфологічні особливості водозбору, межі водного об'єкту та ступінь його заростання, змодельований 3D-рельєф ложе водосховища, розміри водоскиду, тощо.

Паспорт водосховища на р. Кропивна біля с. Синьооківка наведений в додатку В.

Вважаю, 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. 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 інш. URL: https://uhmi.org.ua/conf/climate_changes/presentation_pdf/plenary_session/Lipinskiy_et_al.pdf
6. Атлас почв Украинской ССР/ под ред. Крупского Н.К., Полупана Н.И. Киев, Урожай, 1979
7. Атлас природних умов і природних ресурсів Української РСР. Гідрометеовидат, 1978. 183 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 та гідрогеологічні умови Дніпропетровської області. URL: www.geograf.com.ua/library.
15. Гідротехнічні споруди : підручник / за ред. А.Ф. Дмитрієва. Рівне : Вид-во РДТУ, 1999. 326 с.
16. Гідрохімія України: підручник / Л.М. Горєв, В.Г. Пелешенко, В.К. Хільчевський. Київ.: Вища школа, 1995. 307 с.
17. Горб А.С. Клімат Дніпропетровської області: моногр. Дніпро : Вид-во ДНУ, 2006. 204 с.
18. Ґрунти Дніпропетровської області : довідник. Дніпропетровськ: Промінь, 1969. 84с.
19. 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.).
20. 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).
21. ДБН В.2.4-8:2014. Визначення розрахункових гідрологічних характеристик. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 102 с.
22. Державний водний кадастр. Багаторічні дані про режим та ресурси поверхневих вод суші. Частина 1. Річки. Том II. Українська РСР.
23. Довідник з клімату СРСР. Випуск 10. Українська РСР. Частина III. Вітер. Гідрометеоіздат, 1967. 699 с.
24. Довідник з клімату СРСР. Випуск 10. Українська РСР. Частина V. Хмарність і атмосферні явища. Гідрометеоіздат, 1969. 644 с.
25. ДСТУ 3008–2015. Державний стандарт України. Структура і правила оформлення. Київ: Держстандарт України, 2015. 37с.

26. ДСТУ 3517-97 Гідрологія суші. Терміни та визначення основних понять. Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут
Чинність документа скасована з 01.09.2024 згідно з наказом від 09.01.2024 № 11/ ДСТУ 3517:2024 Гідрологія суходолу. Терміни та визначення основних понять
27. Інформація про виготовлення паспортів водних об'єктів у Черкаській області станом на 31.07.2020 р. URL: https://drive.google.com/file/d/1xy4ISkkFRS8AZ3nh-W_RiRNntGknBUer/view
28. Карта Генштабу з привязкою для GPS. URL: <https://freemap.com.ua/karty-ukrainy/karty-genshtaba/>
29. Карта ґрунтів України. URL: <https://www.zerno-ua.com/journals/2014/yanvar-2014-god/kartoteka-agrariya-karta-g-runtiv-ukrayini/>
30. Карти України. URL: <https://geomap.land.kiev.ua/zoning-1.html>
31. Кириенко И.И., Химерик Ю.А. Проектирование и расчет гидротехнических сооружений : уч.пос. Киев: Высшая школа, 1987. 253 с.
32. Клімат України : довідник / за ред. В.М. Ліпінського. Київ : Видавництво Раєвського, 2003. 353 с.
33. Курсовое и дипломное проектирование по гидротехническим сооружениям : учебник / под. ред. В.С. Лапшенкова. Агропромиздат, 1989. 448 с.
34. Литовченко А.Ф. Инженерная гидрология и регулирование стока: учебное пособие . Днепропетровск: ДДАУ, 1993.
35. Литовченко О.Ф. Практикум з інженерної гідрології та регулювання стоку. Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2007. 252 с.
36. Методика з визначення меж водоохоронних зон, прибережних захисних смуг і смуг відведення з особливим режимом використання (з урахуванням проекту змін до Водного Кодексу України)/ Шевчук С.А., Козицький О.М. Київ : ІВПіМ, 2016. 42 с.

37. Методичні рекомендації до виконання РГР з дисципліни «ГІС і моніторинг водних ресурсів». ДДАЕУ. Дніпро, 2024. 20 с
38. НАУКОВІ ОСНОВИ ВСТАНОВЛЕННЯ ЕКОЛОГІЧНО ДОПУСТИМИХ РІВНІВ ВІДБОРУ ВОДИ З МАЛИХ РІЧОК/ Гопчак І.В., Яцик А.В., Басюк Т. О., Семенко Л. О. Вісник НУВГіП, т.2. 86 (2019) С.45-56. URL: <https://doi.org/10.31713/vt220194>
39. Пасічний Г.В . Фізична та економічна географія Дніпропетровської області. Дніпропетровськ: Вид-во ДДУ, 1992. 188с.
40. План управління річковим басейном Дніпра 2025-2030 (проект) <https://davr.gov.ua/fls18/DNIPRO4.pdf>
41. План управління річковим басейном Дніпра. Суббасейн Середнього Дніпра. URL: https://euwipluseast.eu/images/2020/07/PDF/UA_MiddleDnipro_RBMP-summary-issues_UKR.pdf
42. Практикум по гидрологии, гидрометрии и регулированию стока// Под. ред. Е.Е. Овчарова. Агрпроимиздат, 1988. 224 с.
43. Про затвердження Змін до Порядку розроблення паспорта водного об'єкта. Наказ Мінекології № 274, 14.07.2021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0996-21#Text>
44. Про затвердження Порядку розроблення паспорта водного об'єкта. Наказ Мінекології № 99, 18.03.2013. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0775-13#Text>
45. Програма розвитку рибного господарства водойм черкаської області та поліпшення їх екологічного стану на 2023 - 2028 роки. URL: https://business.diia.gov.ua/uploads/7/38988-apk_programa_rozv_ribnogo_gospodarstva_doc.pdf
46. Публічна кадастрова карта України. URL: <http://map.land.gov.ua/kadastrova-karta>.
47. Р Е Г І О Н А Л Ь Н А Д О П О В І Д Ь про стан навколишнього природного середовища в Черкаській області у 2021 році. URL: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2022/10/Regionalna-dopovid-SHerkaska-ODA-2021.pdf>

48. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Черкаській області за 2021 рік. URL: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2022/10/Regionalna-dopovid-CHerkaska-ODA-2021.pdf>
49. Ресурси поверхневих вод СРСР. Т.6 : Україна и Молдавия : Вып. **2****Ошибка! Источник ссылки не найден.**: Среднее и нижнее однепровье / под ред. М.С. Каганера. Гидрометеиздат, 1971. 656 с.
50. Рубан С.А., Шинкаревський М.А. Гідрогеологічні оцінки та прогнози режиму підземних вод України : монографія. Київ : УкрДГРІ, 2005. 572 с.
51. Справочник по гидравлике / под ред. В.А.Большакова. Київ : Вища школа, 1984. 344 с.
52. Физико-географическое районирование Украинской ССР / под ред. А.М.Маринича. Киев: Издат. Киевского ун-та, 1968. 684 с.
53. Цифрова модель рельєфу USGS [Роздільна здатність : 30 м]. URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/>

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А.1 – Розрахунок стоку різної забезпеченості для р. Кропивна у створі водосховища с. Синьооківка

Найменування показників		р.Кропивна, Синьооківка	р. Кропивна, гирло	
- середній багаторічний річний модуль стоку, л/(с· км ²), q		1,7	1,7	
А - площа водозбору річки до розрахункового створу, км ² .		150,9	200,6	
α - параметр, що визначається за даними річок-аналогів, л/с;		1,7	1,7	
Коефіцієнт варіації річного стоку C _v		0,679	0,677	
Відношення C _s : C _v (кратне 0,5)				
Збільшення мінливості річного стоку при S < 50 км ²		1,000	1,000	
Уточнене C _v		0,679	0,677	
Модульний коеф, К%		P=1%	2,89	2,89
		P=5%	2,15	2,15
		P=10%	1,8	1,8
		P=25%	1,31	1,31
		норма	1	1
		P=50%	0,886	0,886
		P=75%	0,556	0,556
		P=90%	0,352	0,352
		P=95%	0,256	0,256
		P=99%	0,13	0,13
Об'єм стоку за рік, тис.м ³		P=1%	23380	31080
		P=5%	17393	23122
		P=10%	14562	19358
		P=25%	10598	14088
		норма	8090	10754
		P=50%	7168	9528
		P=75%	4498	5979
		P=90%	2848	3786
		P=95%	2071	2753
		P=99%	1052	1398
Середньо річна витрата расход		P=1%	0,741	0,986
		P=5%	0,552	0,733
		P=10%	0,462	0,614
		P=25%	0,336	0,447
		норма	0,257	0,341
		P=50%	0,227	0,302
		P=75%	0,143	0,190
		P=90%	0,090	0,120
		P=95%	0,066	0,087
		P=99%	0,033	0,044

Продовження додатку А

Методика розрахунку максимальної витрати відповідно до рекомендацій ДБН [21]

Максимальна витрата води весняної повені $Q_{p\%}$ м³/с, заданої щорічної вірогідності перевищення $P\%$ для рівнинних річок визначають за формулою...»

$$Q_{p\%} = [K_0 \cdot h_{p\%} \cdot \mu \cdot \delta \cdot \delta_1 \cdot \delta_2 / (A + A_1)^{n_1}] \cdot A, \quad (\text{A.1})$$

де K_0 - параметр, що характеризує дружність весняної повені, визначається за даними річок-аналогів;

$h_{p\%}$ - розрахунковий шар сумарного весняного стоку, мм, щорічної вірогідності перевищення P %. При відсутності даних спостережень приймаємо в залежності від середнього багаторічного шару стоку h_0 , значення якого визначаємо з карти [10];

μ - коефіцієнт, що враховує нерівність статистичних параметрів шару стоку та максимальних витрат води, приймаємо за рекомендаціями [10];

δ - коефіцієнт, що враховує вплив водосховищ, ставків та проточних озер;

δ_1 - коефіцієнт, що враховує зниження максимальної витрати води в залісених басейнах;

A - площа водозбору річки, км² ;

A_1 - додаткова площа водозбору, що враховує зниження редуції, км², приймаємо за рекомендаціями [21];

n_1 - показник ступеня редуції, що приймаємо за рекомендаціями [19].

Методика розрахунку максимальної витрати відповідно до [18]

Формула граничної інтенсивності

$$Q_p = 0,28 \cdot a_m \cdot \varphi \cdot F \cdot \rho \cdot r \cdot \lambda, \quad (\text{A.2})$$

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

a_m – максимальна інтенсивність водовіддачі ($\text{мм}/\text{год}$) 1%-вої ймовірності перевищення;

φ – коефіцієнт редукції модуля максимальної витрати;

F – площа водозбору, км^2 ;

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;

0,28 – коефіцієнт вимірювання.

За цією формулою, максимальна витрата Q_p дорівнює $P=1\%$. При $\lambda=1$ визначає максимальну витрату 1%-вої забезпеченості.

В основі цього методу - годинна інтенсивність водовіддачі a_m , значення якої для рекомендується приймати в відповідності до [43, табл. 81].

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

$$n = \frac{\tau}{t_c}, \quad (\text{A.3})$$

де τ – тривалість добігання стоку;

t_c – тривалість водовіддачі за добу.

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

$$\varphi = \frac{0,28 + 0,07 n}{1 + 2n} \quad (\text{A.4})$$

і приймається за [43,табл. 82].

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

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

або приймається по [43 ,табл. 84].

Тривалість добігання хвилі повені визначається за формулою

$$\tau = \frac{L}{v}, \quad (\text{A.6})$$

де L – довжина водотоку, км;

v – швидкість добігання, км/добу.

Швидкість добігання хвилі повені в свою чергу визначається за формулою

$$v = \alpha \cdot H^{1/3}, \quad (\text{A.7})$$

де α – коефіцієнт форми русла і шорсткості його дна і стінок, приймається по [43, 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 [21].

Коефіцієнт, що враховує вплив залісеності, заболоченості і неодночасності сніготанення визначається за формулою

$$\rho = \frac{t_c + \tau}{mt_c + \tau + t_f} \quad (\text{A.8})$$

Коефіцієнт зарегульованості максимальної витрати водосховищем в басейні визначається за формулою

$$r = 1 - \frac{W_1}{S_1} \left[1 - \left(1 - \frac{f_1}{F} \right)^n \right], \quad (\text{A.9})$$

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.

Таблиця А.2 – Розрахунок максимального стоку повені

Найменування показників			р.Кропивна, Синьоківівка	р.Кропивна, гирло
№ створу (ставка)				
Площа басейну F ,	км ²		150,87	200,6
Довжина водотоку L ,	км		26,2	42,5
Відстань від гирла,	км		24,2	0
Падіння ріки H ,	м		15	25
Інтенсивність водовіддачі a_m , (табл.81)	мм/год		4,0	4,0
Коефіцієнт форми та шорсткості русла a , (табл. 85)	км/добу		5	5
Швидкість добігання хвилі повені $v=aH^{1/3}$	км/добу		12,3	14,6
Тривалість добігання хвилі повені $t=L/v$,	доб		2,12	2,91
Тривалість водовіддачі від сніготанення t_c , (рис. 49)(рис.45)	доб		3,80	3,80
Співвідношення $n=t/t_c$,			0,56	0,76
Коефіцієнт редукції: $-j=(0,28+0,07n)/(1+2n)$ при $n>1$; ($t>t_c$)			-	-
$-j=0,35/(1+2n)$ при $n<1$; $t>1$			0,165	0,138
$-j=t_c/(0,92t_c-0,24+(1,94t_c+5,95)t)$; при $t<1$			-	-
Площа лісів в басейні f_l ,	км ²		0	0,5
Площа боліт в басейні f_b ,	км ²		2,56	3,02
Коефіцієнт складу лісів a ,			0,85	0,85
Коефіцієнт підвищення часу водовіддачі за рахунок залісненості та заболоченості $m=1+af_l/F+f_b/F$			1,02	1,02
Умовний час початку віддачі стоку: - у витoku ріки T_u , (рис. 50)	доб		3,2	3,2
- в розрахунковому створі ріки T_c , (рис. 50)	доб		3,0	2,9
Тривалість неодночасності віддачі стоку $t_H=T_u-T_c$,	доб		0,2	0,3
Коефіцієнт, що враховує вплив залісненості, заболоченості і неодночасності сніготанення $r=(t_c+t)/(mt_c+t+t_H)$			0,96	0,95
Регулюючий об'єм водосховища W_1 ,	млн. м ³		1,56	1,56
Водозбірна площа водосховища f_1 ,	км ²		75	75
Об'єм стоку з площі басейну водосховища $S_1=0,001h_{p1\%}f_1$,	млн. м ³		7,1	7,1
Коефіцієнт, що враховує зарегулювання витрати водосховищем, $r_1=1-(W_1/S_1)[1-(1-f_1/F)^{0,75}]$			0,91	0,94
Регулюючий об'єм водосховища W_2 ,	млн. м ³		1,98	2,7
Водозбірна площа водосховища f_2 ,	км ²		150	200,6
Об'єм стоку з площі басейну водосховища $S_2=0,001h_{p1\%}f_2$,	млн. м ³		14,25	19,057
Коефіцієнт, що враховує зарегулювання витрати водосховищем, $r_2=1-(W_2/S_2)[1-(1-f_2/F)^{0,75}]$			0,86	0,86
Сумарний коефіцієнт зарегулювання водосховищами, $r=r_1r_2$			0,79	0,80
Максимальна витрата $Q_{1\%}=0,28a_mjFrrl$, 1%	м ³ /с		21	24
Забезпеченість, Р, %/модульний коефіцієнт, l, 3%			0,75	15,8
5%			0,64	13,5
10%			0,47	9,9
25%			0,25	5,3
0,5 %			1,19	25,1
Шар стоку повені 1 % забезпеченості $h_{p1\%}$, (рис.48)	мм		95	95
Об'єм стоку повені $W_{1\%}=0,001h_{p1\%}F$, 1%	млн. м ³		12,8	17,5
Забезпеченість, Р, %/модульний коефіцієнт, l, 3%			0,73	9,3
табл.77 5%			0,59	7,5
10%			0,37	4,7
25%			0,16	2,0
0,5 %			1,18	20,6

Методика розрахунку зливових витрат

Формула П.Ф. Вишневського [10].

$$Q_p = 1.67 \cdot h_m \cdot F \cdot \varphi \cdot n \cdot r \cdot r_1 \cdot \lambda, \quad (\text{Б.1})$$

Поняття складових формули та методика розрахунку максимальної витрати дощового паводку наведені в додатку Б.

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.

Таблиця Б.1 – Розрахунок максимального стоку дощового паводку

Найменування показників		р. Кропивна, Синьківка		р. Кропивна, гірло	
		1-ше	2-ге	1-ше	2-ге
Не наближення					
Площа басейну F ,	км ²	150,87		200,6	
Довжина водотоку L ,	км	26,2		42,5	
Падіння ріки H ,	м	15		25	
відмітка витоку	м	114		114	
відмітка горизонту води в розрахунковому створі	м	99		89	
середньозважений похил річки, i_v	промилле	0,57		0,59	
Витрата 1%-ої забезпеченості за аналогом (табл. 87-табл.100-Днепр, за площею)	м ³ /сек	30		30	
Розрахована (ф-ла 41) витрата 1%-ої забезпеченості для розрахункового створу: перше та друге наближення		19,4	10,6	13,5	6,7
Максимальна водовіддача дощового стоку 1%-ої забезпеченості h_m (рис.69(59)-з карти)	мм/10 хв	3,8		3,8	
Швидкість добігання піку паводку по довжині річки (за аналогом) (табл.103(90))	км/добу	44		44	
Швидкість добігання піку паводку по довжині річки розрахована (ф-ла 44)	км/добу		22,65755		20,87321
- тривалість водовіддачі макс. Зливого стоку t_c	год	2,00	2,00	2,00	2,00
- співвідношення $n1=\tau/tc$; $tc=2 год$		7,15	13,88	11,59	24,43
- Тривалість добігання хвилі повені $\tau=24L/v$, (ф-ла 43)	годин	14,29	27,75	23,18	48,87
Коефіцієнт редукції: - $\varphi=(2,26)/(1+6,3n1)$ при $n < 1$; - $\varphi=0,626/(1+1,02n1)$ при $n > 1$;		0,076	0,041	0,049	0,024
Площа лісів в басейні $f_{л1}$,	км ²	0		0,5	
Площа боліт та заболочених заплав в басейні $f_{б1}$,	км ²	2,56		3,02	
Коефіцієнт складу лісів α ,		0,85		0,85	
Коефіцієнт, що враховує вплив залісеності, заболоченості n (ф-ла 47)		0,998	1	0,999	1
- Коефіцієнт m (ф-ла 48)		1,017	1	1,017	1
Шар дощового стоку 1-ої забезпеченості при $F < 60$ км ² (ф-ла 54, 58 (Дніпро))		35,2	35,2	36,2	36,2
Шар дощового стоку 1-ої забезпеченості при $F > 60$ км ² (ф-ла 56, 60 (Дніпро))		29,6	29,6	28,8	28,8
Складові шару стоку: β		1	1	1	1
φ_1		1	1	1	1
- сумарна площа ставків та водосховищ (QGIS)	га	486		698	
Висота регулюючого шару в ставках H , (Прийнятий 50% форсованого напору)	м	0,6		0,6	
Співвідношення площі широкої заболоченої заплави до площі водозбору (QGIS)	%	1,697		1,505	
Коеф. g , для врахування регулюючого впливу ставків та водосховищ (ф-ла 49)		0,347		0,274	
Коеф. g_1 , для врахування регулюючого впливу заболоченої заплави (ф-ла 52)		0,77		0,79	
Регулюючий об'єм водосховища W_1 , (рекомендовано приймати половину можливого шару сп)	млн. м ³	0,78		0,78	
Регулюючий об'єм водосховища W_2 ,	млн. м ³	0,99		1,35	
Водозбірна площа водосховища до розрахункового створу F ,	км ²	150,9		200,6	
Попередньо прийнятий Шар стоку 1%-ої (табл.100(87) для аналога)	мм	31,0		31,0	
Коефіцієнт, що враховує зарегулювання витрати водосховищами та ставками, g_2 ,		0,773		0,794	
Максимальна витрата $Q_{i\%}$ $Q_m = 1,67 F h_m \varphi n r r_1 k_1 \lambda$, (41)	1% м ³ /с	10,6		6,7	
Забезпеченість, P , %/модульний коефцп	3% 0,70	7,4		4,7	
	5% 0,60	6,4		4,0	
	10% 0,43	4,6		2,9	
	25% 0,25	2,7		1,7	
	0,5 % 1,17	12,4		7,8	
Шар стоку дощового паводку 1 % забезпеченості $h_{p1\%}$,	мм	29,6		28,8	
Об'єм стоку повені $W_{1\%} = 12000 h_m F \beta_1 \varphi_1 i$	1% млн. м ³	5,32		7,27	
Забезпеченість, P , %/модульний коефцп	3% 0,7	3,72		5,09	
	5% 0,60	3,19		4,36	
	10% 0,43	2,29		3,13	
	25% 0,25	1,33		1,82	
	0,5 % 1,17	6,22		8,50	

ПАСПОРТ

Водного об'єкту

водосховище площею водного дзеркала 165 га на
р. Кропивна в межах сел Синьооківка, Хрущівка та
Крупське Золотоніського району Черкаської області.

Замовник: ФВІЕ

Розробник : здобувач в.о. гр. ГТБ-23 Костенко Є.В.

Керівник розробки: доц. Коваленко В.В.

1 Коротка пояснювальна записка

Назва водного об'єкту	Водосховище площею 165 га розташоване в межах сел Синьооківка, Хрущівка Золотоніського району Черкаської області
Назва річки, на якій розташований водний об'єкт, басейн річки	Річка Кропивна, басейн р. Золотоношка/Дніпра
Місцезнаходження водного об'єкту	в межах сел Синьооківка та Хрущівка Золотоніського району Черкаської області
Місцезнаходження греблі, відстань від гирла річки до греблі	Безпосередньо в селі Синьооківка, на відстані 16,3 від гирла р. Кропивна
Призначення водосховища відповідно до проекту будівництва	Рибальство
Тип водного об'єкта	Русловий
Вид експлуатації	Експлуатується у каскаді з можливістю регулювання рівнів води
Вид регулювання	сезонний
Наявність правил експлуатації	відсутні
Власник	Не встановлено

2 Характеристика річки Кропивна , басейн р. Золотоношка/Дніпра

Характеристика	У створі греблі	У гирлі річки
Водозбірна площа, км ²	150,9	200,6
Гідрологічні показники стоку		
Модуль річного стоку, л/с з 1 км ²	1,7	1,7
Норма стоку, тис.м³		
- За рік, в тому числі:	8090	10754
- За повінь	5250	6980
Витрата води, м³/с		
Середня багаторічна	0,257	0,341
Середньомісячна мінімальна 95%-ої забезпеченості	0,041	0,072
Величина екологічних витрат води	0,041	0,072

4 Характеристика водоскидної споруди

Тип	Автоматичний шахтний водоскид суміщений з донним водовипуском
Вхідний оголовок	Вхідний оголовок водоскиду з закругленими кутами радіусом 1,5 м. Товщина стінка оголовка – 0,5 м, довжини оголовка водоскиду в плані по зовнішньому контуру склала 8,5 м, по внутрішній 7,5 ; б) – ширини оголовка водоскиду в плані по зовнішньому контуру склала 5,2 м, по внутрішньому – 4,2 м; Внутрішній периметр оголовка складає 21м. Відмітка оголовка дорівнює НПР 105,1 м БС
Відвідна труба	Збірна залізобетонна діаметр 2 м.

Продовження додаток В

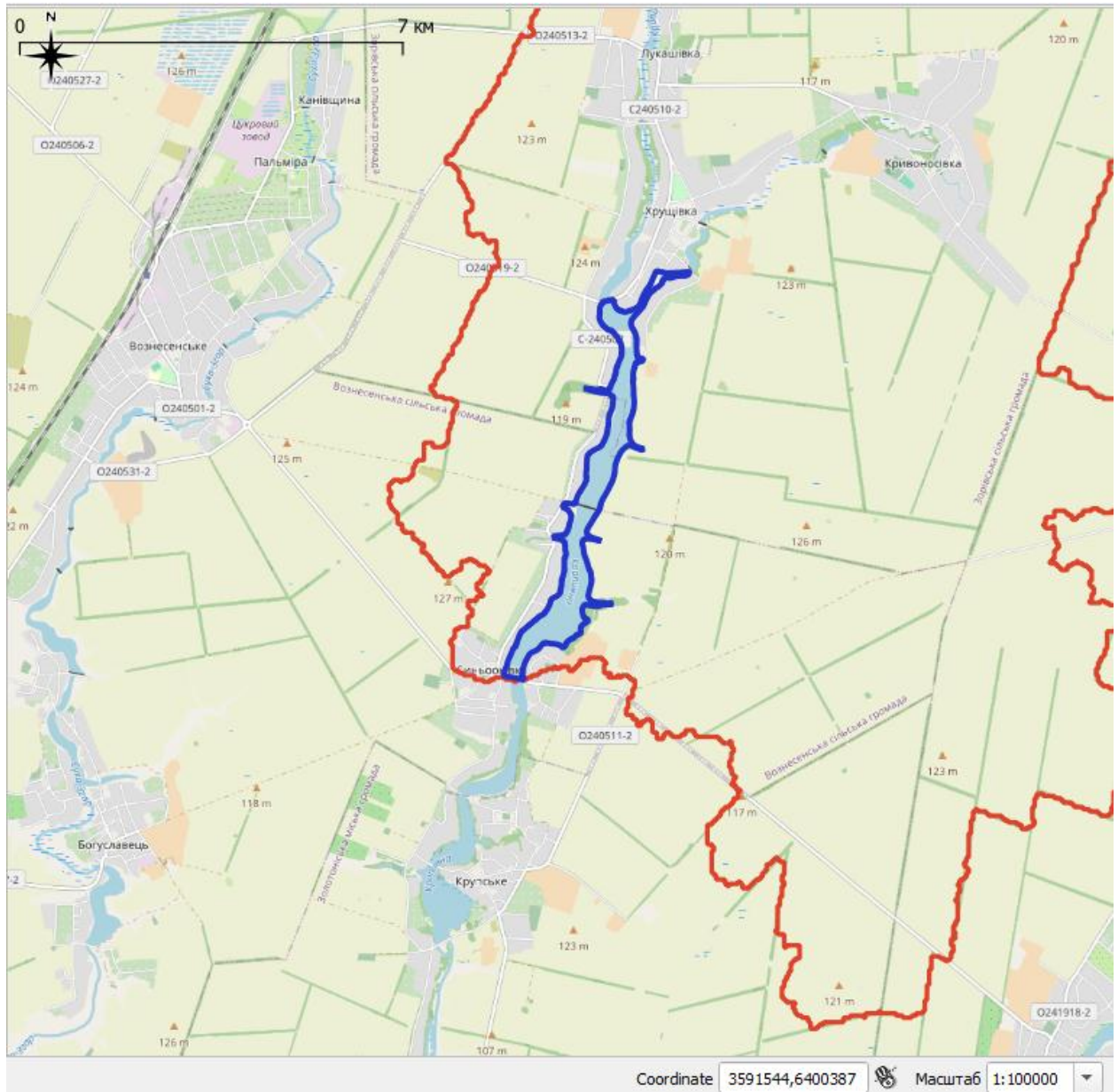


Рисунок В.1 – Ситуаційний план в М1:100000

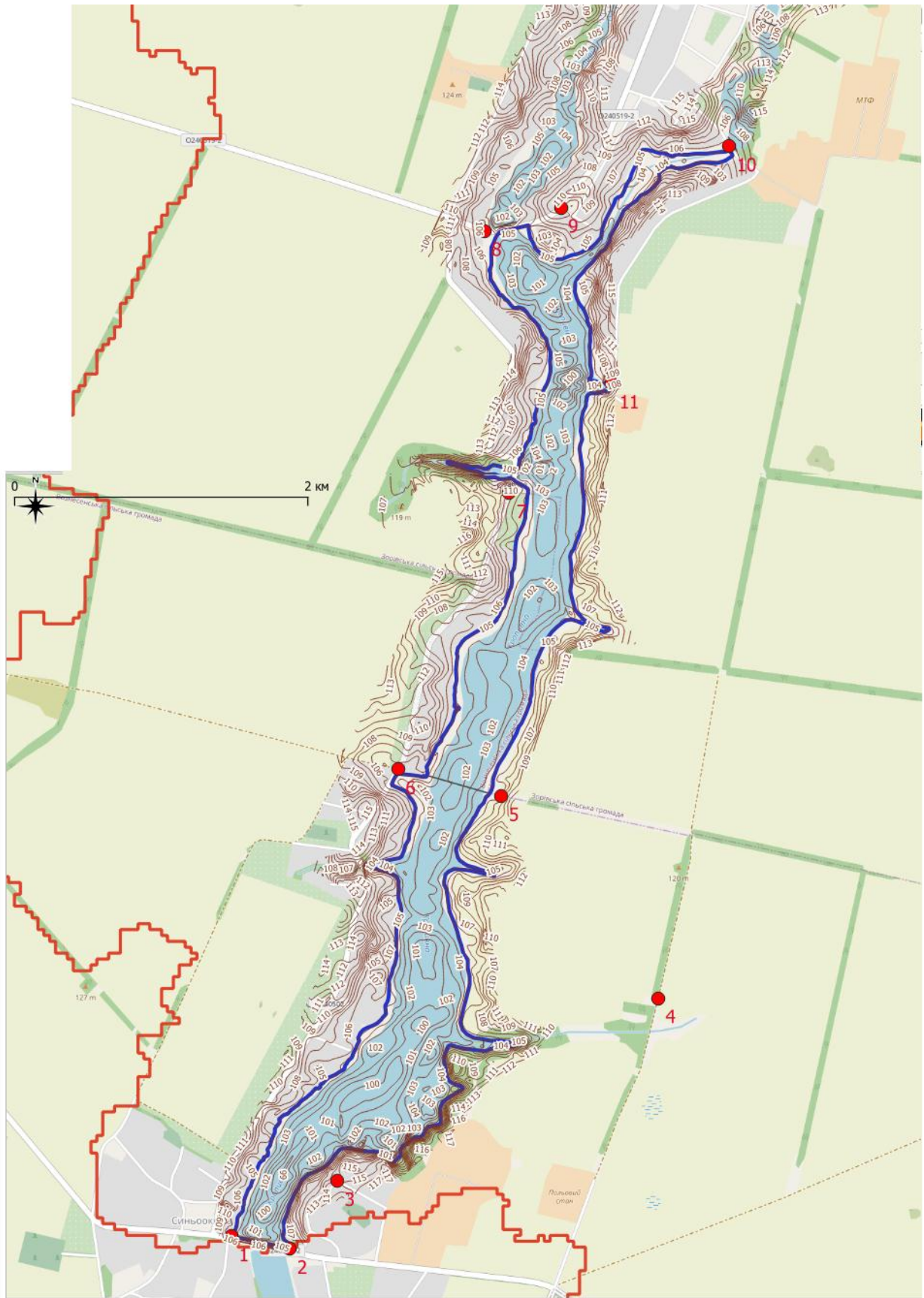
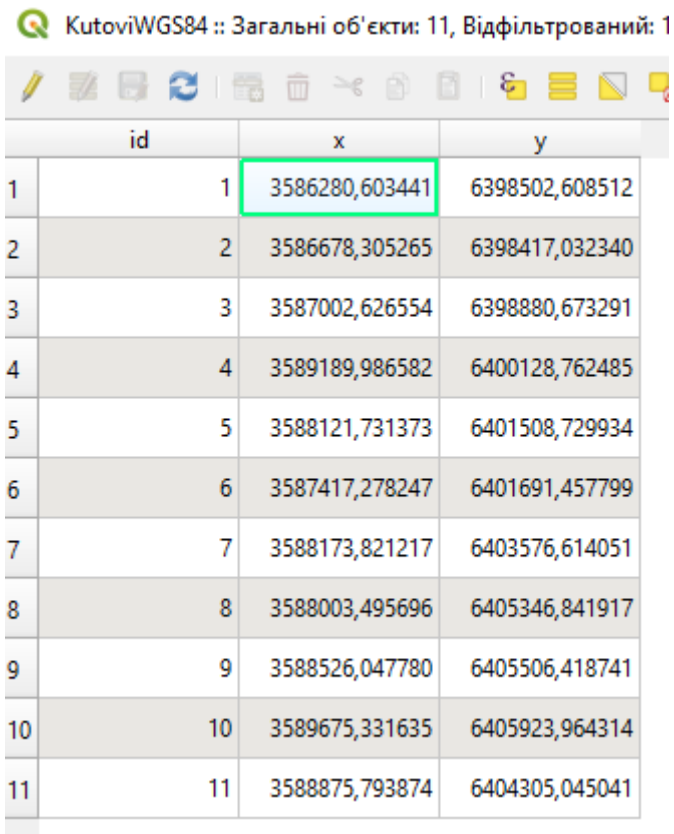


Рисунок В.2 – План в горизонталях. М1:25000. Кадастрові точки

KutoviWGS84 :: Загальні об'єкти: 11, Відфільтрований: 1



	id	x	y
1	1	3586280,603441	6398502,608512
2	2	3586678,305265	6398417,032340
3	3	3587002,626554	6398880,673291
4	4	3589189,986582	6400128,762485
5	5	3588121,731373	6401508,729934
6	6	3587417,278247	6401691,457799
7	7	3588173,821217	6403576,614051
8	8	3588003,495696	6405346,841917
9	9	3588526,047780	6405506,418741
10	10	3589675,331635	6405923,964314
11	11	3588875,793874	6404305,045041

Рисунок В.3 – Координати кадастрових точок прив'язки плану в координатах WGS 84 / Pseudo – Mercator

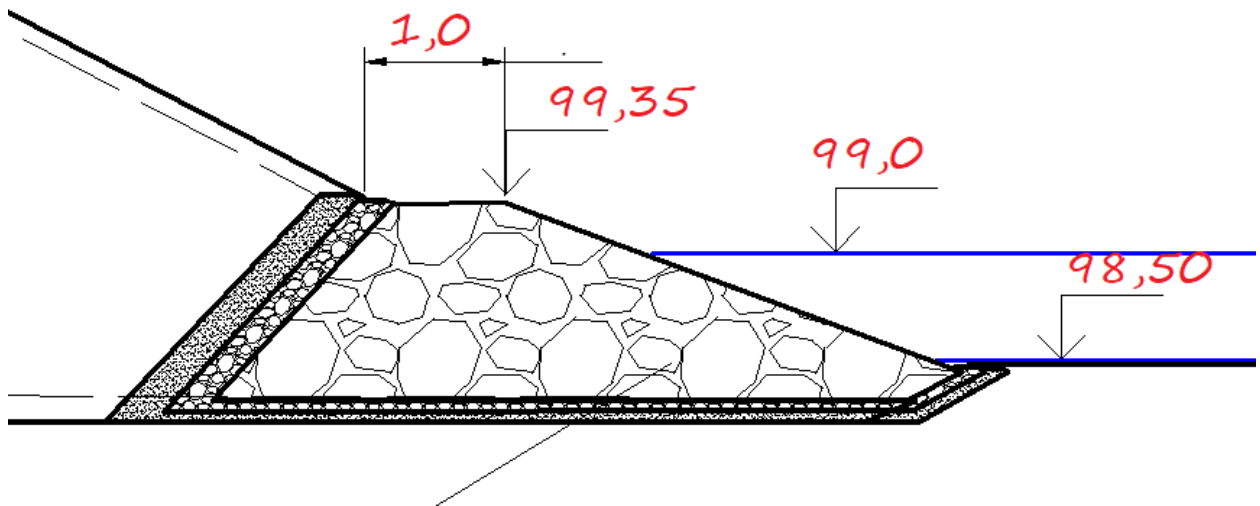


Рисунок В.5 – Конструкція дренажу

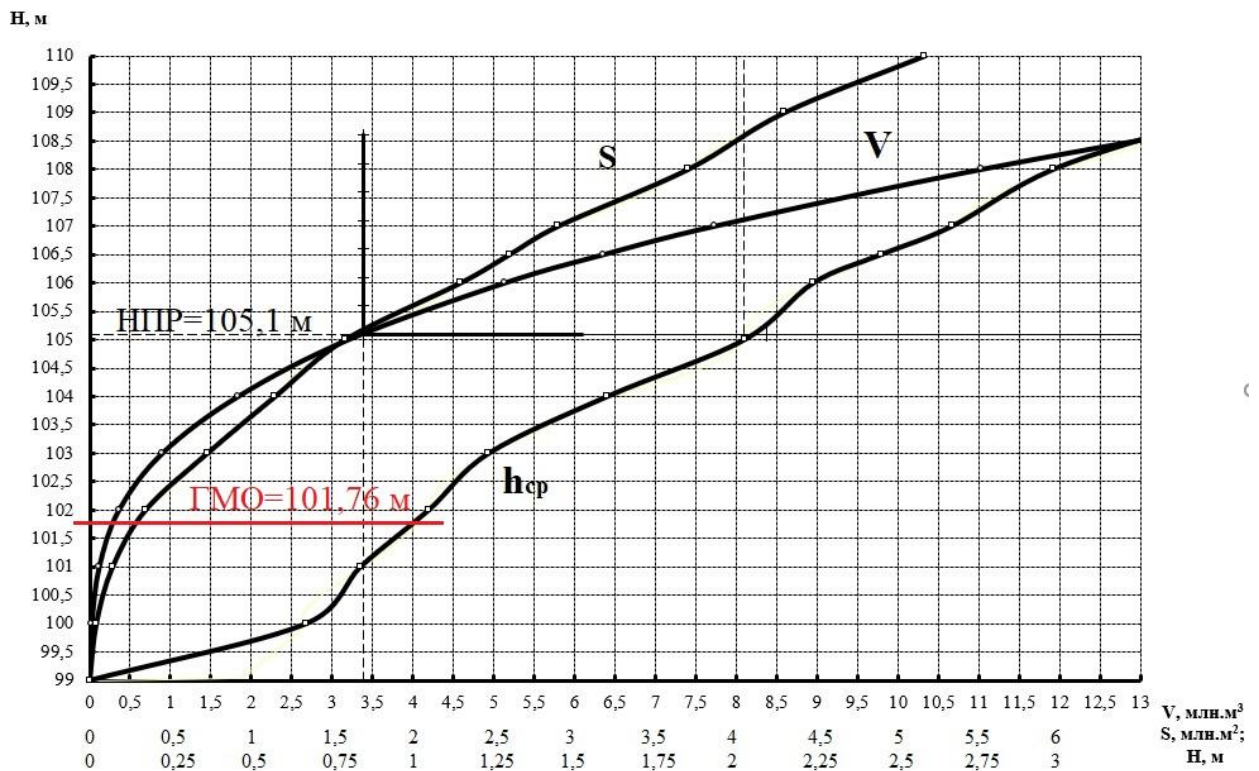


Рисунок В.6 – Топографічні характеристики ложе водосховища