

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет водогосподарської інженерії та екології  
Кафедра водогосподарської інженерії

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ  
Завідувач кафедри водогосподарської  
інженерії, доцент  
\_\_\_\_\_ Андрій ТКАЧУК  
« \_\_\_\_ » грудня 2023 р.

**Пояснювальна записка**

до дипломної роботи  
другий (магістерський) рівень вищої освіти

на тему «Оцінка пропускної здатності водоскидних споруд на водних об'єктах в басейні р. Чаплинка»

Виконала: здобувачка вищої освіти,  
групи МГБЦІ-1-22  
Спеціальність – 192 "Будівництво та  
цивільна інженерія"  
Освітня програма „ Гідромеліорація”

Євгенія ФЕДИК

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Керівник : доц. Коваленко В.В. \_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

Рецензент : \_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

Дніпро – 2023

Дніпровський державний аграрно-економічний університет  
Факультет водогосподарської інженерії та екології  
Кафедра водогосподарської інженерії  
другий (магістерський) рівень вищої освіти  
Спеціальність – 192 " Будівництво та цивільна інженерія"  
Освітня програма „ Гідромеліорація”

ЗАТВЕРДЖУЮ :  
Зав. кафедрою водогосподарської інженерії  
доц. \_\_\_\_\_ Андрій ТКАЧУК  
листопада 2023 р.

## ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу здобувачу вищої освіти  
Федик Євгенії Іванівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи: Оцінка пропускної здатності  
водоскидних споруд на водних об'єктах в басейні р.  
Чаплинка

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 2023 р. № 3058

1. Термін здачі закінченої роботи : « 15 » грудня 2023 р.
2. Вихідні дані до роботи

Матеріали інженерних вишукувань щодо сучасного стану гідротехнічних споруд на річці Чаплинка (РОВР області). 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 (EOS, <https://eos.com/landviewer/>).

3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити) Вступ. 1. Природно-кліматичні умови території проектування; 2. Гідрологічна вивченість території, гідрологічні та водогосподарські розрахунки. 3. Х-ка ГТС гідровузлів. 4. Розрахунок та аналіз пропуску надзвичайних витрат гідротехнічними спорудами в басейні р. Чаплинка. 5. Характеристика навколишнього природного середовища і оцінка впливу на нього. 6. Охорона праці при експлуатації гідротехнічних споруд 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 в ГІС QGIS – презентація основного картографічного матеріалу

5. Консультанти розділів проекту

| Розділ | Консультант | Підпис, дата   |                  |
|--------|-------------|----------------|------------------|
|        |             | завдання видав | завдання прийняв |
|        |             |                |                  |
|        |             |                |                  |

6. Дата видачі завдання: «15» вересня 2023 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № пп | Назва етапів дипломної роботи  | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|------|--|-------------------------------|----------|
| 1    | Вступ. 1. Природно-кліматичні умови на території проектування;                           | 09.2023 р.                    |          |
| 2    | Гідрологічна вивченість території, гідрологічні та водогосподарські розрахунки           | 10.2023 р.                    |          |
| 3    | Х-ка ГТС на водних об'єктах  | 11.2023 р.                    |          |
| 4    | Розрахунок та аналіз пропуску надзвичайних витрат гідротехнічними спорудами ставків.     | 11.2023 р.                    |          |
| 5    | Охорона праці при експлуатації гідротехнічних споруд та безпека в надзвичайних ситуаціях | 05.12.2023 р.                 |          |
| 6    | Висновки. Креслення. Презентація в PowerPoint та QGIS                                    | 10.12.2023 р.                 |          |
| 7    | Поточний контроль виконання ДП за планом   | 05.12.2023р.                  |          |
| 8    | Передзахист ДП на кафедрі  | 15.12.2023 р.                 |          |
| 9    | Представлення ДП на рецензію   | 18.12.2023 р.                 |          |

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_/Коваленко В.В./

## РЕФЕРАТ

Дипломна робота містить 91 сторінка, 11 таблиць, 25 рисунків. Список літератури складає 49 джерел інформації.

Об'єкт дослідження – режим стоку в басейні р. Чаплинка.

Предметом дослідження є сучасний стан наявних в басейні р. Чаплинка штучних водних об'єктів (ставки, водосховища ) та гідротехнічні водоскидні та водоспускні споруди у складі гідровузлів.

Метою роботи прийнято вивчення стану та оцінка відповідності нормативним вимогам експлуатації водоскидних гідротехнічних споруд на водних об'єктах в басейні р. Чаплинка при пропуску максимальних витрат.

В якості вихідних матеріалів та даних використали інвентаризаційні відомості про водні об'єкти на водозборі р. Чаплинка, доступні картографічні сервіси Google Earth, та ESRI World Imagery, довідкова інформація про гідрологічну вивченість басейну р. Чаплинка.

Обробку та візуалізацію картографічної продукції виконали в QGIS.

Обґрунтована пропускна здатність водоскидних ГТС у складі гідровузлів на р. Чаплинка. Результати можуть бути використані при обґрунтуванні режимів управління водними ресурсами на водозборі річки.

Ключові слова: водоскидні споруди, гідрологічні розрахунки, пропуск максимальних витрат.

## ЗМІСТ

|   |    |
|---|----|
| ВСТУП .....   | 7  |
| 1 ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ .....                                  | 9  |
| 1.1 Загальна характеристика річки Чаплинка .....                                      | 9  |
| 1.2 Рельєф та морфологічні особливості водозбору річки .....                          | 13 |
| 1.3 Геологічні та гідрологічні умови району досліджень .....                          | 16 |
| 1.4 Коротка кліматична характеристика.....  | 18 |
| 1.5 Ґрунти на водозборі р. Чаплинка.....  | 20 |
| 2 ГІДРОЛОГІЧНА ВИВЧЕНІСТЬ БАСЕЙНУ р. ЧАПЛИНКА .....                                   | 22 |
| 2.1 Гідрографічна мережа.....   | 22 |
| 2.2 Гідрологічні та гідрометричні спостереження.....                                  | 30 |
| 3. ГІДРОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....   | 33 |
| 3.1 Розрахунок річного стоку та його внутрішньорічний розподіл.....                   | 33 |
| 3.2 Визначення максимальної витрати та об'єму стоку весняного<br>водопілля.....       | 40 |
| 3.3 Визначення максимальної витрати та об'єму стоку дощового<br>паводку .....         | 43 |
| 3.4 Трансформація максимального стоку ставками та водосховищами ...                   | 45 |
| 4 ХАРАКТЕРИСТИКА СТАВКІВ ТА ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД на<br>ВОДОЗБОРІ РІЧКИ ЧАПЛИНКА..... | 48 |
| 4.1 Зведені відомості про ставки на водозборі річки .....                             | 48 |
| 4.2 Характеристика водоскидних споруд ставків.....                                    | 51 |

|  |    |
|--|----|
| 5 АНАЛІЗ ПРОПУСКУ МАКСИМАЛЬНИХ ВИТРАТ ВОДОСКИДАМИ В РОЗРАХУНКОВИХ СТВОРАХ .....                                    | 54 |
| 5.1 Визначення пропускної здатності водоскидів ставків .....   | 54 |
| 5.2 Аналіз пропуску максимальних витрат водоскидами в каскаді гідроспоруд на р. Чаплинка .....                     | 57 |
| 6 АНАЛІЗ ДОТРИМАННЯ ВИМОГ ЩОДО МЕЖ ВОДООХОРОННИХ ЗОН, ПРИБЕРЕЖНИХ ЗАХИСНИХ СМУГ .....                              | 61 |
| 6.1 Нормативні вимоги до встановлення меж водоохоронних зон та прибережних захисних смуг для водних об'єктів ..... | 61 |
| 6.2 Обґрунтування меж та розмірів водоохоронних зон на досліджуваній частині р. Чаплинка.....                      | 66 |
| 6.3 Рекомендовані заходи щодо режиму господарської діяльності на прибережних ділянках річки Чаплинка .....         | 71 |
| ВИСНОВКИ.....  | 76 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....   | 79 |
| ДОДАТКИ.....   | 84 |

## ВСТУП

Ми живемо в важкий період для нашої країни, період безглуздої агресії росії проти українського народу. Значна частина водних об'єктів в зоні бойових дій та на окупованій території пошкоджена, велика кількість гідротехнічних споруд зруйнована руснею. Але не тільки це викликає занепокоєння про майбутнє водогосподарського комплексу України. Ризики викликає і зміна клімату, коли при загальному обезвожуванні території Степу України повторюваність надзвичайних подій пов'язаних зі шкідливою дією води збільшується. Тому важливим є дослідження стану гідротехнічних споруд на водних об'єктах для оцінки та вчасного прийняття управлінських рішень щодо використання водних ресурсів поверхневих вод басейнових систем, окремих водогосподарських діляниць, окремих водозборів малих річок. Саме до таких і відносять річку Чаплинка.

Водні ресурси Дніпропетровської області, як і в цілому по Україні, зменшуються. Проте у звітах державних органів їх оцінка, як правило, «відштовхується» від норми, яка оцінена за всесвітній репрезентативний період – 1971-2000 рр. Зокрема у Регіональній доповіді про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області за 2021 рік [41] загальна характеристика водним ресурсам надана саме так.

Нагальною є необхідність оцінювати їх по фактичній водності за останні хоча б 15-20 років. Проте даних гідрологічних спостережень на рівнинній частині України мало, необхідно відновлювати натурні спостереження для об'єктивної оцінки стану водних ресурсів, зокрема і в басейні р. Оріль до якого відноситься басейн р. Чаплинка.

Дані регіонального офісу водних ресурсів у Дніпропетровській області з інвентаризації річок і водоймищ «говорять», що кількість штучних

водоймищ в області перевищує 3200 з загальним об'ємом акумуляції місцевого стоку 1129 млн.м<sup>3</sup> [27]. Немало їх і в басейні Чаплинки. Кожна така водойма обладнана гідротехнічними спорудами.

То ж об'єктом нашого дослідження є дослідження режиму стоку в басейні р. Чаплинка, правої притоки р. Орлі.

Предметом дослідження є наявні в басейні р. Чаплинка штучні водні об'єкти (ставки, водосховища ) та гідротехнічні водоскидні та водоспускні споруди у складі гідровузлів.

За мету нашого дослідження прийнято вивчення стану та оцінка відповідності нормативним вимогам експлуатації водоскидних гідротехнічних споруд на водних об'єктах в басейні р. Чаплинка при пропуску максимальних витрат.

Для досягнення мети були поставлені ряд *задач*, а саме:

- вивчити та описати природно-кліматичні умови водозбору р. Чаплинка;
- описати на основі довідникових даних гідрологічну вивченість басейну річки, опираючись на огляд нормативної, довідникової та спеціальної літератури;
- провести гідрологічні та водогосподарські розрахунки для басейну р. Чаплинки в цілому, так і для окремих виділених створів в голові яких є крупні водойми;
- надати характеристику ставкам та водосховищам на водозборі річки за даними звітів регіонального офісу водних ресурсів в Дніпропетровській області;
- провести аналіз стану гідротехнічних споруд на водозборі річки Чаплинка;
- провести розрахунки пропускної здатності водоскидних гідротехнічних споруд в розрахункових створах при формуванні надзвичайних витрат і надати оцінку відповідності умов роботи їх вимогам нормативних документів, оцінити надійність ГТС при їх експлуатації.



## 1 ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 1.1 Загальна характеристика річки Чаплинка

Річки Дніпропетровської області повністю належать до басейну річки Дніпро. Течія їхня повільна, спокійна. На Дніпропетровщині сьогодні нараховують сто сорок п'ять малих річок! Саме з них складається гідрографічна мережа області.

Вважають, що перлиною Дніпровсько-Орільського заповідника є річка Чаплинка [32], довжина її всього 45 км, донедавна була повноводна річка. За легендою, як стверджують науковці Дніпропетровщини [32] «назву свою вона отримала тому, що в плавнях, порослих очеретом і осокою, водилися чаплі».

Виток Чаплинки знаходиться у селі Оленівка. Тече спершу на південь, далі – на південний захід, у гирловій частині – на захід. Впадає до найчистішої (колись) річки Європи – Орелі (рис.1.1), біля смт. Петриківка.

Річка Чаплинка має декілька приток та безіменних мокрих балок. Основні притоки: Балка Чаплинка, Балка Суха; Балка Тернова.

Басейн р. Чаплинка відноситься до суббасейну Нижнього Дніпра [14]. **Ошибка! Источник ссылки не найден.**

Вздовж річища Чаплинки розташовані селища Магдалинівка і Петриківка, мальовничі села Мала Петриківка, Шевченківка, Чаплинка, Хутірське, та інші. Прибережна захисна смуга, а тим більше водоохоронна зона річки на значній площі (протяжності) використовується не у відповідності до вимог Водного кодексу [13]. Історично так склалося, що вздовж річки влаштувалися осередки людського життя. Сьогодні активна господарська діяльність на землях водного фонду річки призвела до значного погіршення її водності та і якості води теж. На рис. 1.2 наведено моделювання ПЗС вздовж річки в районі Магдалинівки та Хутірського.

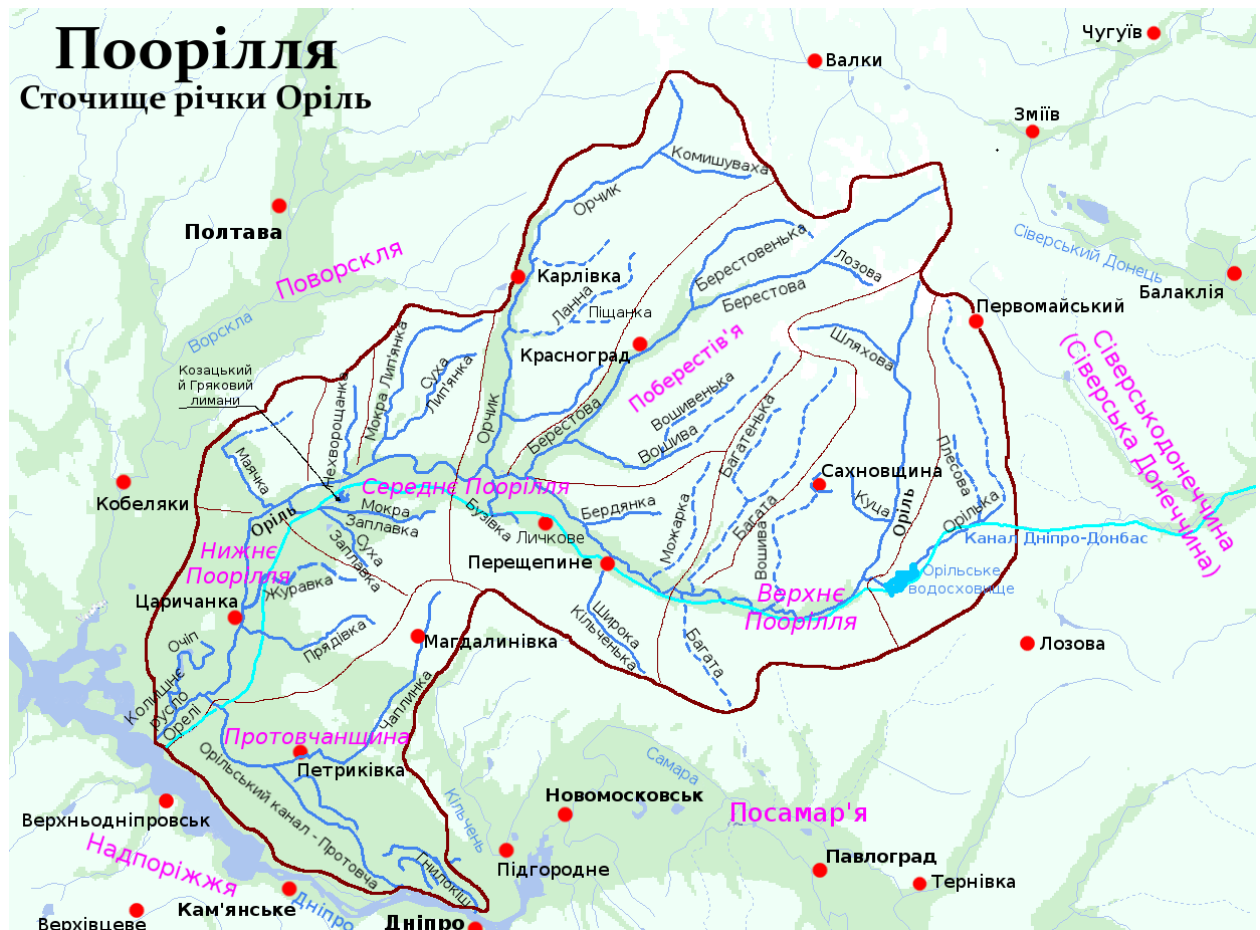


Рисунок 1.1 – «Поорілля» - басейн річки Оріль

Практично повсюдно вздовж берегової лінії ставків ведеться активне сільськогосподарське використання земель (2 – межа ріллі) на присадибних ділянках в межах ПЗС річки (3 -межа ПЗС). На нечисленних ділянках річки, де зарегулювання стоку «візуально» не виявлено, і можна вважати річище в своєму природному руслі, на ПЗС таких дій мало, практично не виявлено. Все це прямим чином негативно впливає на водність річки і, поряд зі змінами клімату, грає одну з ключових ролей в управлінні водним режимом річки.

Річка Чаплинка відноситься до річок рівнинного типу, в заплаві річки є численні острови. Живлення річки в основному снігове. В останні роки при відсутності сталого снігового покриву частка дощового живлення збільшується. Влітку, річка пересихає, чому свідчать чисельні звернення громадян. Споруджено кілька ставків.

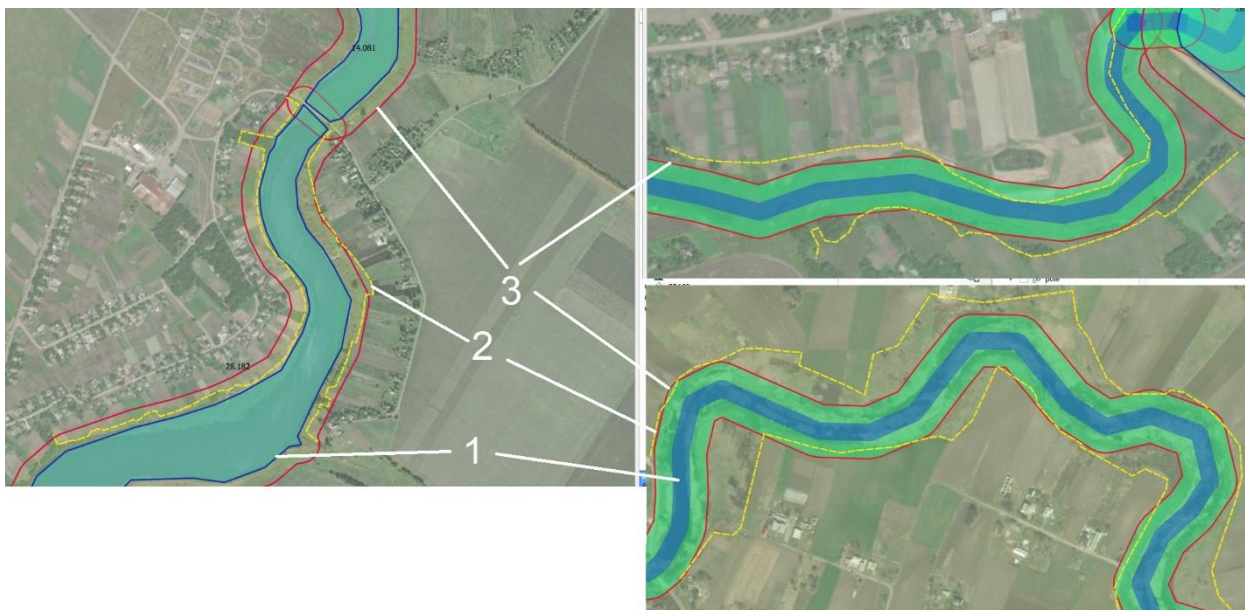


Рисунок 1.2 – Моделювання ПЗС на ділянці р. Чаплинка (QGIS): 1 – водний об’єкт; 2 – межа ріллі; 3 – межа ПЗС за нормами.

Нещодавно реалізований проект «покращення гідрологічного режиму річки». Проте результати його плачевні. В соцмережах висвітлені ці моменти. В публікації 2018 р. в новинах міста [49] повідомлення під голосною назвою «Як на Дніпропетровщині рятують Чаплинку». На сайті Дніпропетровської обласної державної адміністрації розміщена стаття-звіт (07.03.2019 р.) про хід робіт з розчистки русла Чаплинки [8]. «Маємо дбати про екологію - на цьому наголошує Президент України Петро Порошенко. Втілюємо на Дніпропетровщині масштабні еко-проекти – ліквідуємо підтоплення, зариблюємо та відновлюємо водойми. Тільки у 2018-му в області розчистили озеро Попасне, Балку Кандибіна, ставок у селі Широка Дача, річки Мокра Сура та Заплавка. Нині продовжуємо роботи з відновлення Чаплинки, що протікає у Петриківському районі» [8] - зазначив голова Дніпропетровської облдержадміністрації Валентин Резніченко. Але вже з 2020 р. стан справ «погіршився» про що красномовно доводять науковці [48], де відмічено, що «...аналітичний огляд проектно-кошторисної та регламентуючої документації, польовий огляд водотоку на різних ділянках після виконання будівельних робіт та аналіз різних інформаційних джерел показав

недотримання вимог до організації і технології будівельних робіт. Були порушені цілісність природного ложа річки, посилено гідравлічний зв'язок поверхневих і підземних вод, що обумовило перетік та перерозподіл водних ресурсів басейну р. Чаплинка...», як результат її пересихання (рис. 1.3),



Рисунок 1.3 – Стан р. Чаплинка після розчищення її русла за даними на 26.10.2021р., с. Петриківка Петриківського району [43]

« .... Виявлена доцільність передбачити аналіз фізико-хімічних показників донних відкладень в якості обов'язкового елементу у структурі звітів з оцінки впливу на довкілля від планової діяльності, а також необхідність посилення контролю за дотриманням рекомендацій затвердженої проектної документації на всіх стадіях організації і технології робіт з розчистки русла річок». Також Чушкіна та Максимова наголошують на проведенні «...вести посилений післяпроектний моніторинг за гідрологічним та екологічним станом річок хоча б продовж декількох років після проведення днопоглиблювальних робіт, а також постають питання передбачення відповідальності виконавців будівельних робіт у випадку недоброякісного їх виконання».

Незважаючи на обміління річки, ймовірність «великої води» висока і тому дослідження стану гідротехнічних споруд на водозборі р. Чаплинка, на нашу думку, є актуальною.

## 1.2 Рельєф та морфологічні особливості водозбору річки

Рельєф водозбору р. Чаплинка типовий для рівнинних територій Степу України і є результатом тривалого геологічного розвитку. Побудований в роботі на основі цифрової моделі рельєфу (ЦМР) SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) — міжнародний дослідницький проект на основі цифрових моделей висот Землі за допомогою радарної топографічної зйомки [47], рельєф водозбору наведений на рис.1.4.

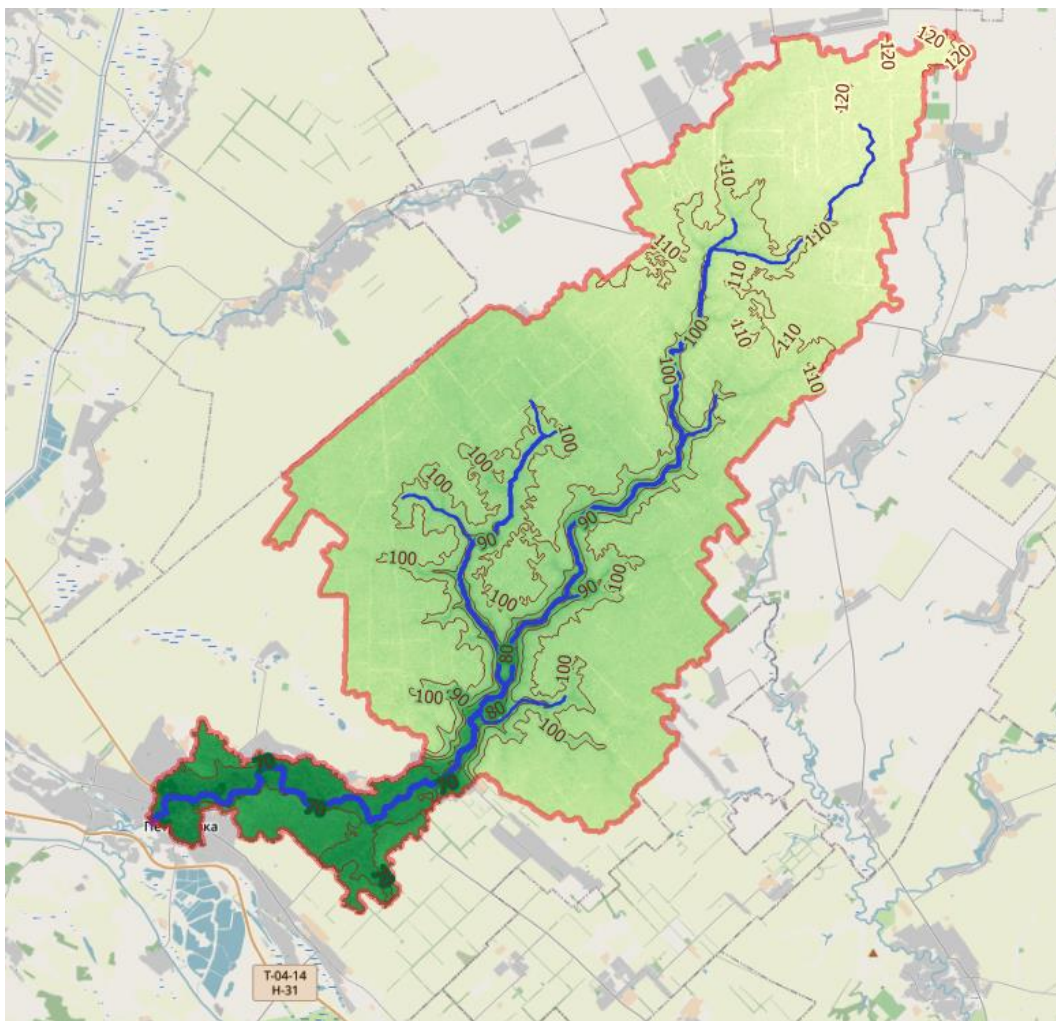


Рисунок 1.4 – Рельєф водозбору р. Чаплинка (QGIS)

За геоморфологічним районуванням басейн річки відносять до Полтавської пластово-аккумулятивної рівнина на палеогенових і неогенових відкладах. Загальні риси будови рельєфу визначаються геологічною будовою. Профіль поперек річищам на водозборі чітко розділяє плакорні, практично рівнинні території з долинами річок (рис.1.5). Величина врізу заплави незначна 20-25 м.

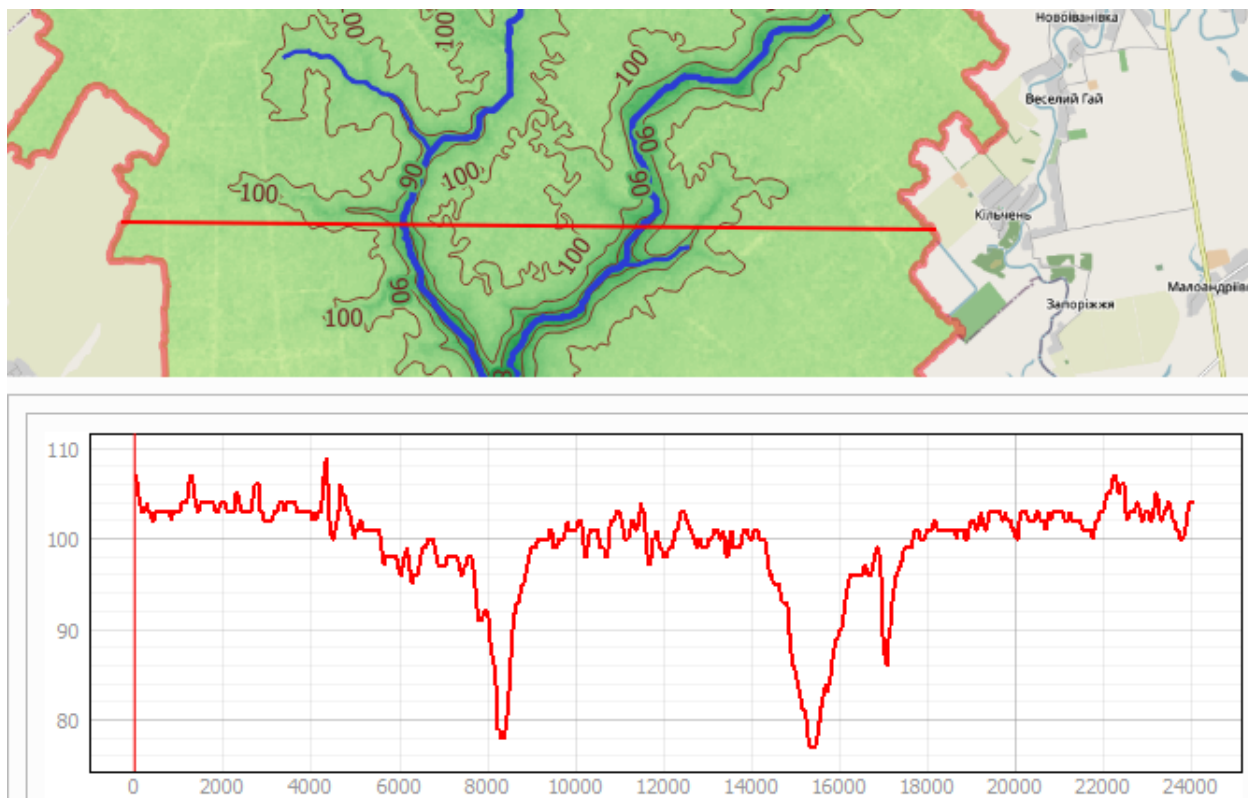


Рисунок 1.5 – Профіль по ширині водозбору р. Чаплинка (QGIS, червона пряма лінія)

Максимальні відмітки складають 120–125 м БС, мінімальна відмітка в гирловій частині річки - 57 м. За витік річки, який розташований на північний схід від с. Оленівка, прийнята точка з відміткою 116 м БС. Річка не має потічків довжиною більш як 10 км. Кількість ставків і водосховищ на водозборі більше 50 шт., а їх сумарний об'єм зарегульованого місцевого стоку становить більше 7 млн.м<sup>3</sup>. За хімізмом річкова вода відносять до сульфато-натрієвого класу, з мінералізацією – 1 г/л, хоча в останні часи значно більше, жорсткість води становить 10-11 мг-екв / л.

Територія водозбору помірно розчленована неглибокими долинами потічків, балками і ярами. Яружність примикає до заплави річки та її притоків. В ГІС QGIS проведено моделювання яружно-балочної та гідрографічної мереж, побудована карта крутизни схилів (рис.1.6). Моделювання і цілому дуже якісне з використанням модулів вбудованих в QGIS та відкритих ГІС SAGA та GRASS .

Площа водозбору становить 454 км<sup>2</sup>. Загальна довжина гідрографічної мережі (річки, основних притоків та потічків) становить 89 км, довжина яружно-балочної мережі – 213 км. Густота гідрографічної мережі становить  $89/454=0,2$  км/км<sup>2</sup>, що характерно для степової зони України. Густота яружно-балочної мережі складає 0,47 км/км<sup>2</sup>, що дещо менше значень для даної фізико-географічної зони і пов'язано з останнім льодовиковим періодом.

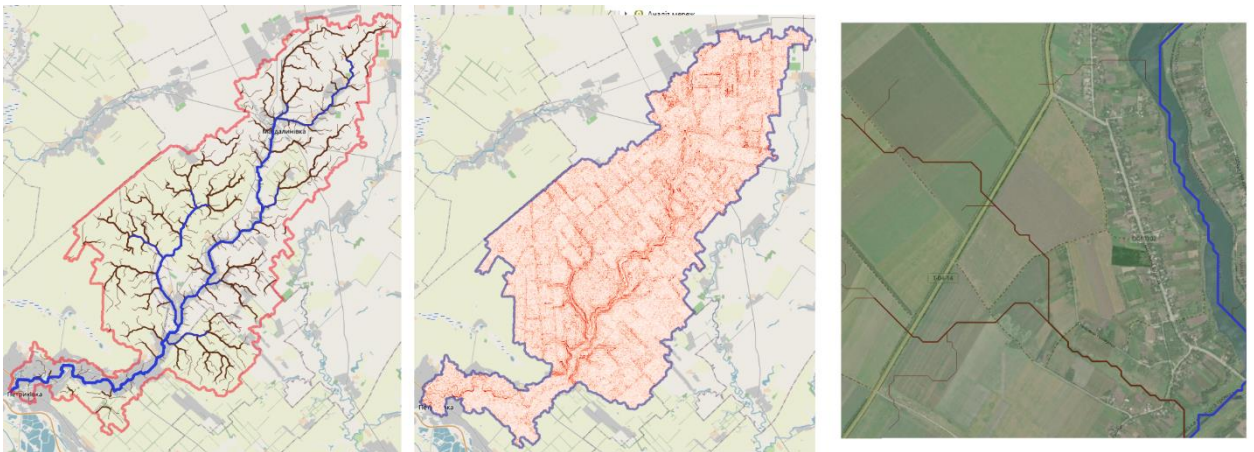


Рисунок 1.6 – Похили та яружно-балочна мережа на водозборі р. Чаплинка (QGIS)

Також на водозборі повсюдно проявляються сліди лінійної водної ерозії (див. рис. 1.6), довжина таких осередків ерозії 555 км (визначено автоматично), що потребує впровадження протиерозійних заходів та агротехніки на полях. Заболоченість становить 1,1%, хоча з обмілінням річки збільшилась, розораність басейну річки 75%.

Крутизна схилів балок невелика, сягає 5 - 7°. Середньовиважений похил для території водозбору р. Чаплинка складає 1,12 процента (QGIS, див. рис.1.6).

### 1.3 Геологічні та гідрогеологічні умови району досліджень

За структурним гідрогеологічним районуванням басейн Чаплинки «відносять до Придніпровського району області Дніпровського артезіанського басейну Руської плити. За структурним та тектонічним районуванням басейн відноситься до Дніпровсько-Донецької мезозойської западини. З інженерно-геологічної точки зору басейн відносять до незначної складності де подекуди проявляються зсуви та абразія. - Територія розміщена в межах Дністровсько-дніпровської північно-степової фізико-географічної провінції (правобережна частина) та Лівобережно-Дніпровсько-Приазовської північно-степової фізико-географічної провінції (лівобережна частина)» [14].

У геоструктурному відношенні територія водозбору р. Чаплинка «знаходиться в межах південно-східного куполоподібного підняття Українського кристалічного масиву (рис. 1.7)

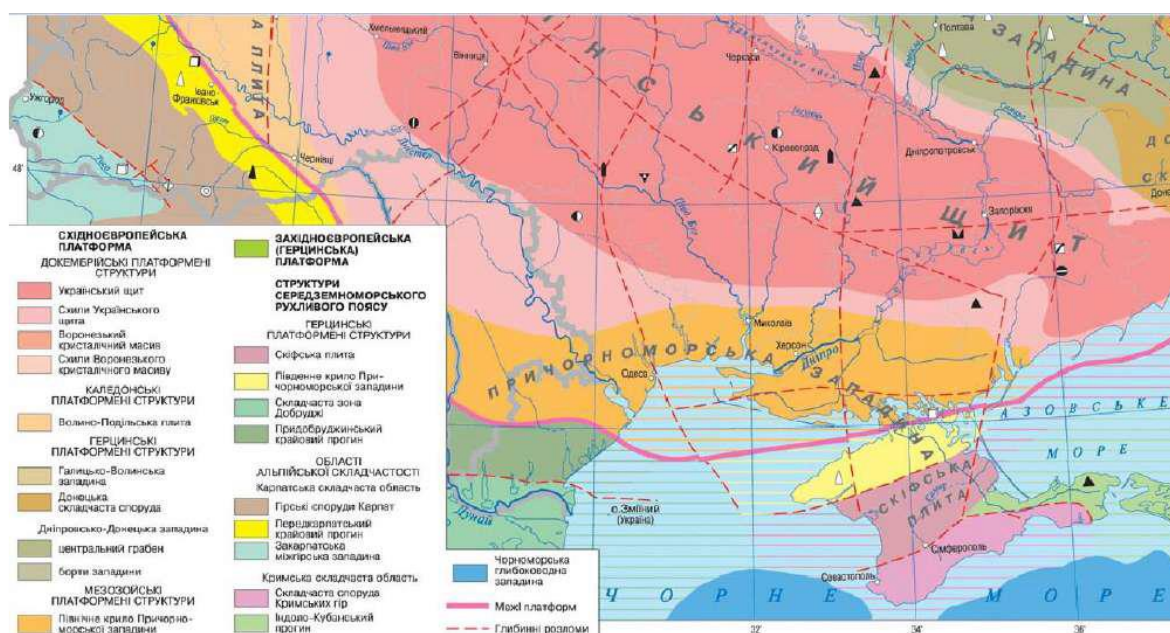


Рисунок 1.7 – Тектонічна будова центральної України



**Геологічна будова** територій водозбору характерна для «долин з алювіальних і озерно-алювіальних антропогенових відкладах надзаплавних терас і заплав до яких відносять басейн Чаплинки. Тут піски, часто з гравієм і галькою, з прошарками супісків, суглинків і глин» [28]. Класифікація ґрунтів при дослідженнях проводиться згідно ДСТУ 2.1-2-96 та ДСТУ Б В.2.1-5-96. В цих документах «стратифікація розрізу проведена за літологічними ознаками (мінеральному і гранулометричному складу) з урахуванням умов утворення, стану (щільності, структури, вологості, ступеню вивітрюваності, консистенції, шаруватості, дисперсності, ступеню вивітрюваності і тріщинуватості) та фізико-механічних властивостей ґрунтів» [15].

В геологічній будові зони аерації виділяють декілька структурно-генетичних комплексів:

I – «Сучасні органо-мінеральні утворення (hQ4): Ґрунтово-рослинний шар - суглинок гумусований, мулистий, з корінням рослин і очерету та рідкими включеннями щебня вапняку. Потужність шару – 0,3-0,8 м; Мул текучий, з великою кількістю органіки і залишків водоростей. Потужність шару – 0,3-0,7 м» [26].

II – «Четвертинні алювіально-делювіальні відклади (adQ3-4) ПЕ-1 – Суглинок світло-коричневий з вкрапленнями окислів заліза та включеннями карбонатів, щільний, вологий, м'яко пластичної консистенції. Потужність шару – 1,4-3,2 м, . ПЕ-2 – Суглинок світло-коричневий з сірим відтінком, з вкрапленнями окислів заліза та включеннями карбонатів, щільний, вологий, туго пластичної консистенції. Потужність шару – 1,2-3,0 м» [26].

III – «Суглинок темно-коричневий піскуватий з вкрапленнями окислів заліза та включеннями карбонатів, щільний, вологий, м'якопластичної консистенції. Потужність шару – 2,3-3,2 м. ПЕ-4 - Глина чорного кольору, замулена. щільна, волога, тугопластичної консистенції і органічними залишками (до 9%). Потужність шару – 0,6-1,6 м» [26].

**Гідрогеологічні умови району дослідження.** За гідрогеологічного районування України «територія басейну річки Чаплинка відноситься до Дніпрово-Донецького артезіанського басейну» [15]. Підземні води, як відмічено у звіті з інженерних вишукувань по розчистці русла Чаплинки «.. зустрінуті у вигляді одного безнапірного водоносного горизонту у заплаві на глибинах 0,5-0,7 м. Горизонт проявляється у вигляді слабкого водопритоку в свердловину, характер циркуляції – поровий. Живлення горизонту переважно за рахунок розвантаження річок в водоносній горизонт, інфільтрації атмосферних опадів, та перетоку з гіпсометрично вищих ділянок рельєфу. Горизонт має прямий гідрогеологічний зв'язок з рікою» [26].

#### **1.4 Коротка кліматична характеристика**

Найближчі метеостанції до досліджуваної території знаходиться в місті Дніпро та селищі Губиниха Коротка кліматична характеристика наведена за спостережень на них . Клімат в цілому помірно-континентальний. Клімат можна характеризувати як відносно прохолодна зима і жарке літо.(рисунок 1.8.).

Кліматична характеристика водозбору річки «середньорічна температура повітря рівна для центру водозбору дорівнює  $+8,5^{\circ}\text{C}$ . В липні – середня температура  $+21,3^{\circ}\text{C}$ , в найбільш холодний січень – мінус  $5,5^{\circ}\text{C}$ . Абсолютний максимум :  $+40^{\circ}\text{C}$  - у серпні, абсолютний мінімум – мінус  $34^{\circ}\text{C}$  – у лютому» [19].



### Умовні позначення

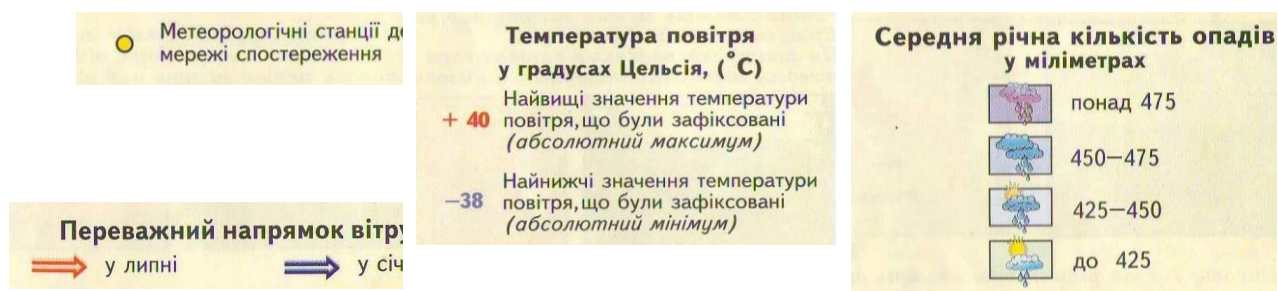


Рисунок 1.8- Клімат Дніпропетровської області [19]

Весняний перехід температур повітря через 0 відбувається звичайно 14 березня. Осінній перехід через 0 - 26 листопада. «Тривалість безморозного періоду рівна 190 дням, найбільша – 228 днів, найменша – 143 дня. Сума ефективних температур повітря вище +10°C у середньому рівна 12°C. Сума активних температур більш +10°C становить 27°C» [31].

За кількістю опадів «територія водозбору річки відноситься до зони нестійкого зволоження. Влітку спостерігаються бездощові періоди тривалістю більш 20 днів по два щорічно, більш 30 днів ( щорічно, 40 днів – 6-9 раз у десятиліття. Річна норма опадів рівна 513 мм, з яких за теплий

період (IV-X) випадає 317 мм, за холодний період 196 мм. Абсолютний добовий максимум опадів 23 серпня 1960 р. склав 82 мм. У середньому по році частка рідких опадів становить 73 %, твердих –12 % і змішаних – 15 %» [19].

Кліматична характеристика району дослідження наведено в таблиці 1.2.

«Строки утворення та сходу снігового покриву залежать від погодних умов і від року до року сильно міняються. Через часті відлиги, супроводжувані дощами, сніжний покрив нестійкий і нерідкі випадки повного його зникнення серед зими. Стійкий сніжний покрив у регіоні відсутній в 24 % зим. Сама рання дата появи снігового покриву – 18.X. Середня - 26.XI , пізня - 18.XII. Середнє число днів зі сніговим покривом рівно 76. Висота снігового покриву невелика й нерівномірна; становить у середньому 3-9 см. В окремі сніжні роки висота досягає 50 см. Щільність сніжного покриву постійно міняється. Величина щільності снігу становить 0,21 г/см<sup>3</sup> при запасах води в снігу 15 мм» [19].

Вологість повітря «залежить від циркуляційних процесів і особливостей поверхні, що підстилає, і характеризується абсолютною й відносною вологістю. Абсолютна вологість має виражений річний хід. у середньому за рік вона становить 8,9 мб. Відносна вологість має зворотний хід: у зимові місяці вона найбільша – 84-86 %, влітку - найменша – 58-60 %, у середньому за рік 71 %» [19]. «Середньорічна швидкість вітру дорівнює 4,0 м/с, самі «вітряні» місяці – січень-березень (4,7-4,8 м/с), самі «тихі» - серпень-вересень (3,0-3,1 м/с). Середнє число днів із сильним вітром більш 15 м/с становить 14 у рік, а максимальна 26 кількість разів у рік» [19].

### **1.5 Ґрунти на водозборі р. Чаплинка**

Територія водозбору річки відноситься до північного регіону Дніпропетровської області для якого характерними ґрунтами є чорноземи типові.

На рис. 1.9 показаний водозбір р. Чаплинка над вбудованою в QGIS картою ґрунтів України [28]. Основними ґрунтами даної території є чорноземи звичайні помірно та добре гумусоаккумулятивні (37) та лучно-чорноземні ґрунти (38) середньосуглинкового (=) та важкосуглинкового (≡) механічного складу.

Територія дослідження характеризується «помірно-посушливими умовами за вологозабезпеченістю (ГТК=0,83-0,89), недостатньою вологістю із чорноземами потужними і середньо потужними з малим і середнім вмістом гумусу» [20]. Ці ґрунти займають всі елементи вододілів, схилів балок. Найбільше поширені важкосуглинкові ґрунти.

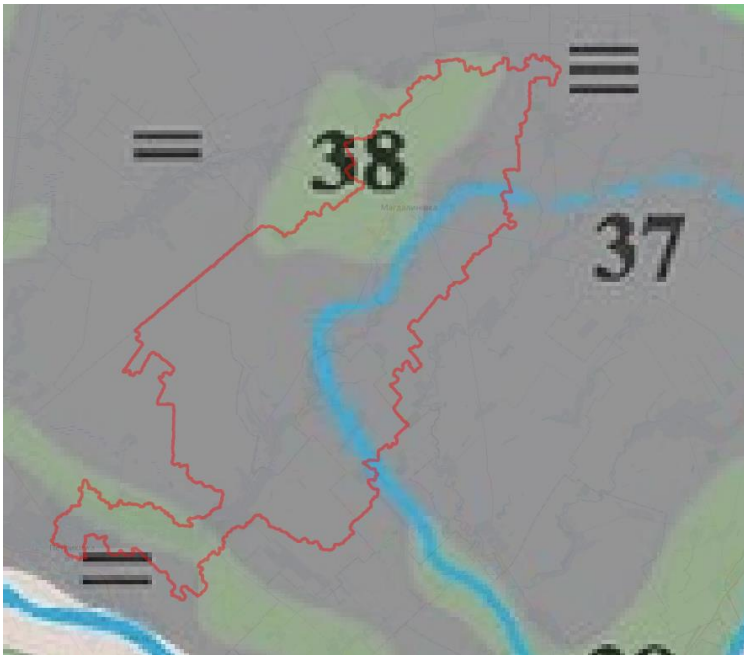


Рисунок 1.9- Ґрунти в басейні р. Чаплинка [20]

## 2 ГІДРОЛОГІЧНА ВИВЧЕНІСТЬ БАСЕЙНУ Р. ЧАПЛИНКА

В Дніпропетровській області основними річками є Оріль, Самара з Вовчою, Базавлук, Мокра Сура, Інгулець з Саксагань [37]. Басейн Чаплинки повністю знаходиться на території області в межах Дніпровського і Новомосковського районів (рис. 2.1).

### 2.1 Гідрографічна мережа

Річка Чаплинка—ліва притока Орілі (басейн Дніпра).

Довжина річки від витoku (село Водяне) до гирла (сmt. Петриківка), за моделлю в QGIS, становить 60 км., площа басейну 454 км<sup>2</sup> (рис.2.1). Річище помірно звивисте, подекуди влітку пересихає. Відмітка витoku 112 м , гирла в сmt Петриківка – 58 м, падіння річки – 54 м, середньовиважений похил річки по довжині - 0,9 м/км (в середньому). Значення похилу більш-менш рівномірне по довжині річки .

Загальна довжина гідрографічної мережі з тими, що пересихають, становить 89 км. Довжина яружно-балочної мережі становить 213 км.

Визначимо основні морфометричні характеристики водозбору, що характеризують кількісні параметри , з яких основними є: довжина річки, площа водозбору.

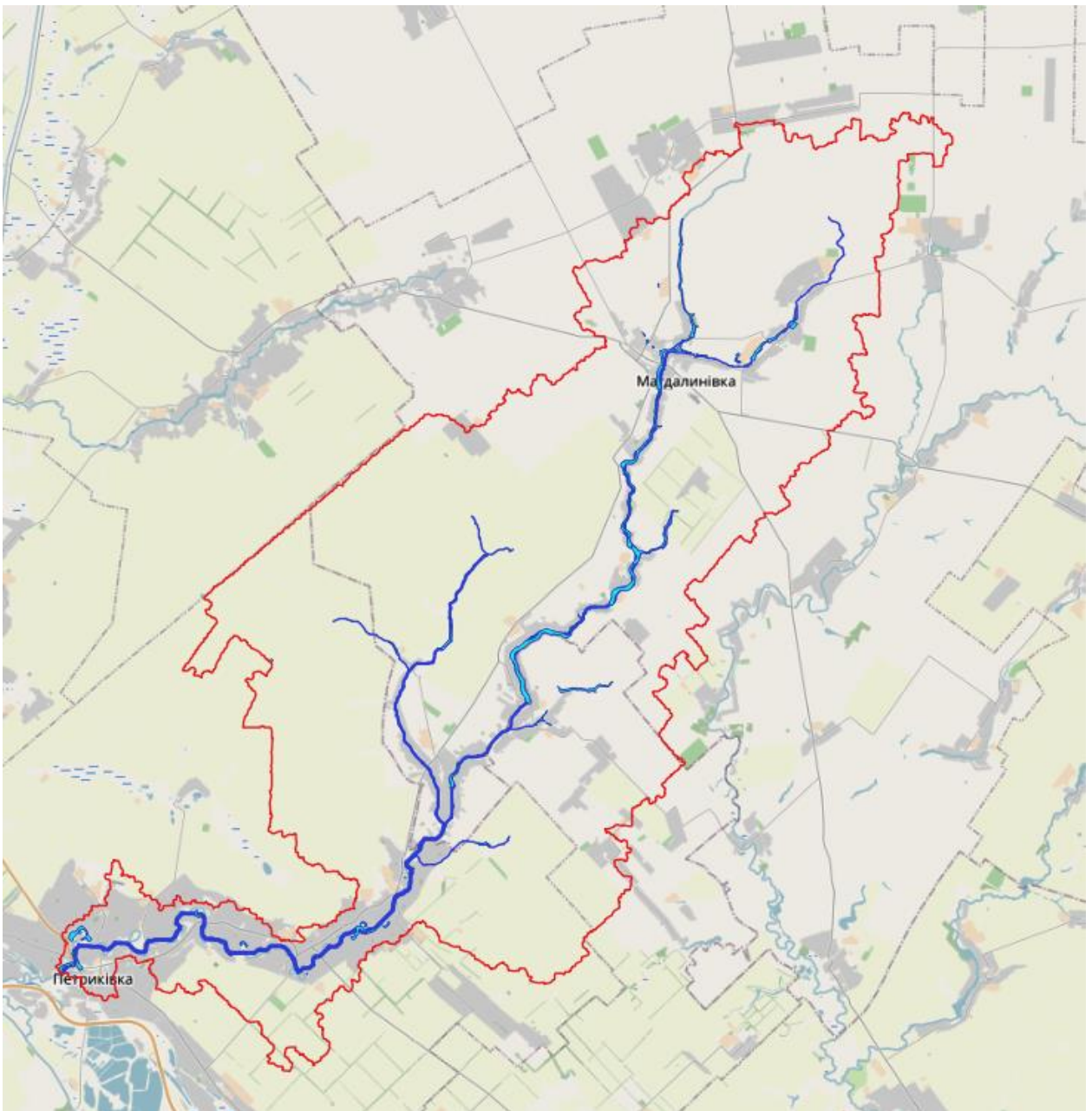


Рисунок 2.1 – Гідрографічна мережа та ставки на водозборі р. Чаплинка (QGIS)

Для рівнинних водозборів залежність між довжиною річки та площею виражається рівнянням [35]

$$l = 1,36 \cdot F^{0,56}, \quad (2.1)$$

де  $l$  – довжина річки, км;

$F$  – площа водозбору, км<sup>2</sup>.

Для Чаплинки ця залежність не справджується по причині витягнутого водозбору та незначного похилу, що збільшує меандрування річки.

Як відмічене у Литовченка [35], «...Форма річкових водозборів визначає ступінь одночасності припливу води до замикаючого (розрахункового) створу в різних частинах водозбірної площі і тому істотно впливає на концентрацію стоку і умови протікання води в річці», тому для цього оцінюють кількісну характеристику форми – його середню ширину, яка визначається за формулою [35]

$$B_{\text{сер}} = F / L, \quad (2.2)$$

де  $L$  – довжина водозбору, км.

Для Чаплинки  $B_{\text{сер}} = 454/48 = 9,5$  км.

В гідрологічних розрахунках при формуванні стокових характеристик басейну річки важливою є середня висота водозбору [39]. Її визначаємо за формулою

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

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

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

$F$  – площа річкового басейну.

Використання ГІС-технологій спрощує цю процедуру, середню висоту визначаємо за цифровою моделлю місцевості (ЦМР) водозбору (див. рис. 1.5), побудовану на базі SRTM USGS рельєфу [47]. Статистика та гістограма наведені на рис.2.2.



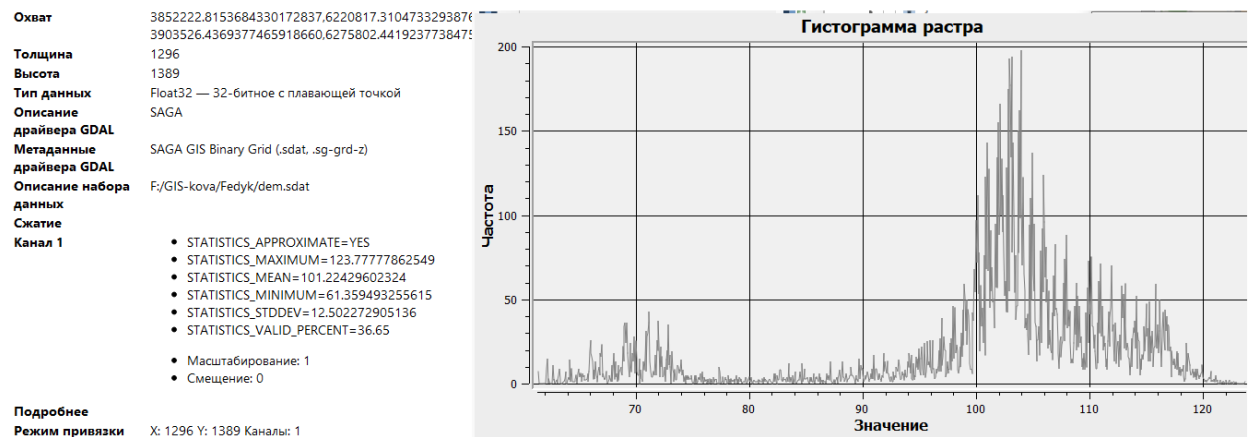


Рисунок 2.2 – Статистика рельефу водозбору р. Чаплинка

Середня висота водозбору становить 101,2 м БС і практично збігається з модою – 102,2 м.

Середній похил поверхні басейну є однією з основних складових визначення часу добігання води до розрахункового створу при визначенні, в першу чергу, максимальних витрат. Визначається в проміле за формулою

$$I_{\text{сеп}} = \frac{\Delta H [0,5(l_0 + l_n) + l_1 + l_2 + \dots + l_{n-1}]}{F}, \quad (2.4)$$

де  $\Delta H$  – висота перерізу горизонталей, м;

$l$  – довжина горизонталей.

В роботі середній похил водозбору визначили за цифрову модель SRTM USGS рельєфу [47], в QGIS за растром похилів (див. рис.1.6, рис. 2.3). Він становить 1,12%, що характеризує рівнинний характер місцевості і повільне формування максимального стоку повені та дощового паводку на водозборі.

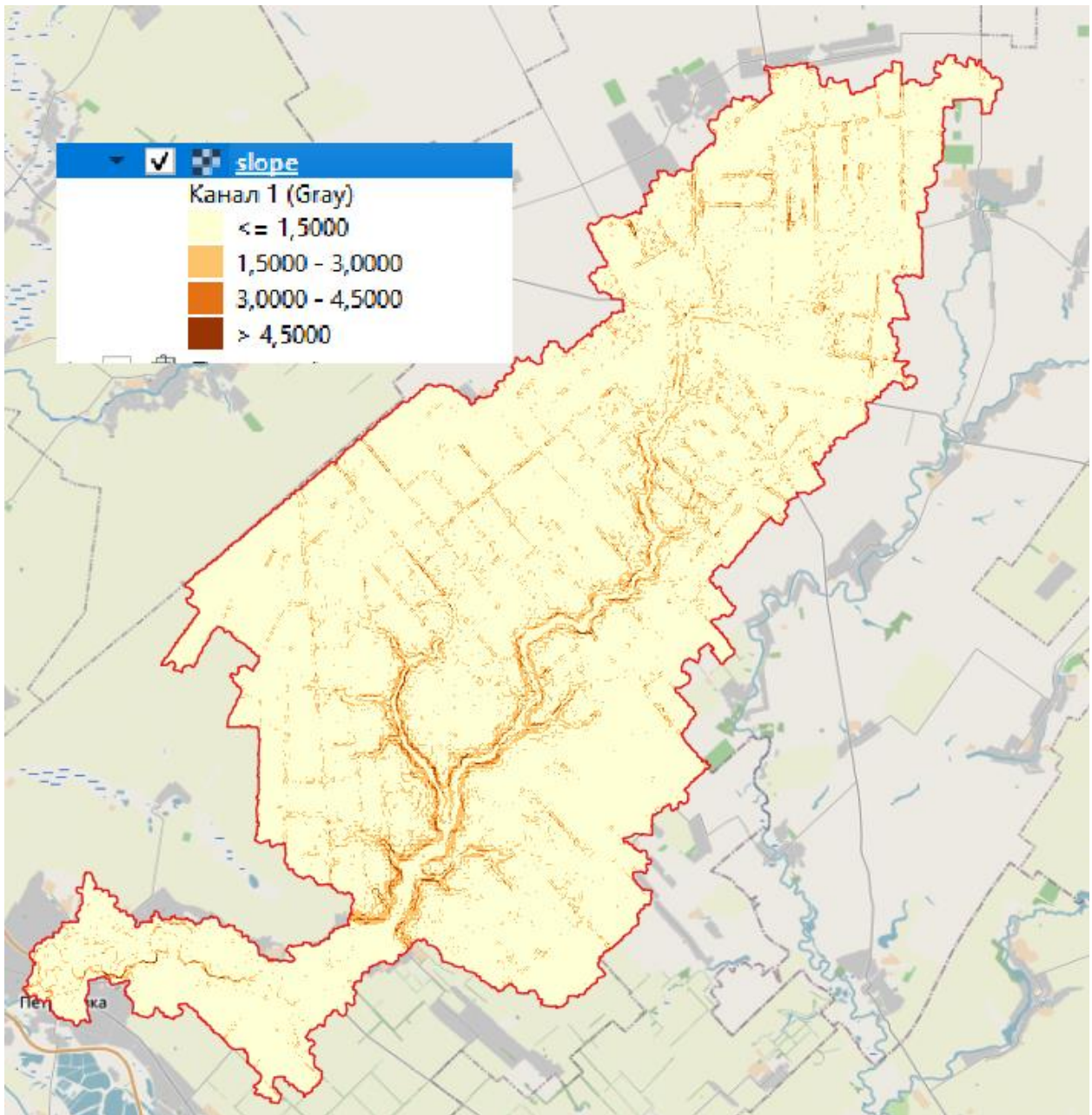


Рисунок 2.3 – Растр похилів на водозборі р. Чаплинка (QGIS)

На водозборі р. Чаплинка, згідно створено інвентаризаційних відомостей про водні об'єкти на водозборі р. Чаплинка станом на 30.06.2023 року, які надані Магдалинівським відділенням Регіонального офісу водних ресурсів у Дніпропетровській області (РОВР) [27], нараховано 32 площинних водних об'єктів (табл.2.1). Практично всі вони знаходяться в верхній частині водозбору (рис.2.4).

Таблиця 2.1- Інвентаризаційна відомість про водні об'єкти на водозборі р. Чаплинка станом на 30.06.2023 року [27]

| №  | № в відомості і QGIS | Місце розташування водного об'єкту |                            | Назва зарегульованого водотоку | Об'єм при ННР, тис.м <sup>3</sup> | Площа водного дзеркала при ННР, га | Прибережна захисна смуга, га |                      | Всього земель водного фонду, що надані в оренду | Дані про розміри і тип ГТС |                                | Технічний стан ГТС |                                  |
|----|----------------------|------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------|----------------------|---|----------------------------|--------------------------------|--------------------|----------------------------------|
|    |                      | Селищна або сільська рада          | найближчий населений пункт |                                |                                   |                                    | площа                        | площа, що вилучена в |   | греблі (ширина, довжина)   | водоскиди, водовипуски та інше | греблі             | водоскиду, водовипуску та іншого |
| 1  | 1а                   | 2                                  | 3                          | 4                              | 5                                 | 6                                  | 7                            | 8                    | 9   | 10                         | 11                             | 12                 | 13                               |
|    | 32                   | Магдалинівська селищна рада        | Дубравка                   | б.Дундукова                    | 81,97                             | 5,14                               | 8,88                         | 8,88                 | 14,02   | 8/100                      | трубчатий                      | задов.             | задов.                           |
|    | 33                   |                                    | Дубравка                   | б.Дундукова                    | 81,43                             | 5,3                                | 9,77                         | 9,77                 | 15,07   | 8/100                      | трубчатий                      | задов.             | задов.                           |
|    | 23?                  |                                    | Магдалинівка               | б. б/н 4                       | 50                                | 0,5                                |                              |                      |   | 10/100                     | шахтний                        | задов.             | задов.                           |
| 4  | 22?                  |                                    | Магдалинівка               | б. б/н 4                       | 8                                 | 0,6                                |                              |                      |   | 6/50                       | шахтний                        | задов.             | задов.                           |
| 5  | 16?                  |                                    | Магдалинівка               | б. б/н 3?                      | 25                                | 1,5                                |                              |                      |   | 6/60                       | трубч. з/б                     | незад.             | незад.                           |
| 6  |                      |                                    | Магдалинівка               | р.Чаплинка                     | 25                                | 1,2                                |                              |                      |   | 6/60                       | шахтний                        | задов.             | задов.                           |
| 7  | 11?                  |                                    | Магдалинівка               | р.Чаплинка                     | 650                               | 17,7                               |                              |                      |   | 10/160                     | обв.канал                      | задов.             | задов.                           |
| 8  | 15?                  |                                    | Магдалинівка               | р.Чаплинка                     | 40                                | 0,7                                |                              |                      |   | 6/80                       | шахтний                        | задов.             | задов.                           |
| 9  | 14?                  |                                    | Магдалинівка               | р.Чаплинка                     | 690                               | 10,3                               |                              |                      |   | 10/150                     | трубч, 1000                    | задов.             | задов.                           |
| 10 | 12?                  |                                    | Магдалинівка               | р.Чаплинка                     | 300                               | 3,4                                |                              |                      |   | 6/40                       | трубч, 500                     | задов.             | задов.                           |
| 11 | 13?                  |                                    | Магдалинівка               | р.Чаплинка                     | 500                               | 10,5                               |                              |                      |   | 10/150                     | шахтний                        | задов.             | задов.                           |
| 12 | 20                   | Новопетрівська сільська рада       | Водяно                     | б. б/н 3                       | 283,09                            | 16,74                              | 21,37                        |                      |   | 6/60                       | шахтний                        | задов.             | незадов.                         |
| 13 | 1                    | Першотравенська сільська рада      | Першотравенка              | р.Чаплинка                     | 100                               | 17,2                               |                              |                      |   | 8/90                       | шахтний                        | задов.             | задов.                           |
| 14 | 2                    |                                    | Першотравенка              | б.б/н 12                       | 832,93                            | 26,99                              | 17,52                        |                      |   | 6/100                      | трубч. 500                     | задов.             | зруйнований                      |
| 15 | 3                    |                                    | Першотравенка              | б.б/н 12.1                     | 150                               | 7,3273                             | 9,4                          | 9,4                  | 16,7273   | 6/60                       | трубч. 500                     | задов.             | задов.                           |
| 16 | 5                    | Шевченківська сільська рада        | Євдокиївка                 | р.Чаплинка                     | 874,71                            | 26,11                              | 13,18                        |                      |   | 10/240                     | шахтний                        | незадов.           | задов.                           |
| 17 | 6                    |                                    | Євдокиївка                 | р.Чаплинка                     | 201,74                            | 9,85                               | 6,74                         |                      |   | 9/110                      | трубчатий                      | задов.             | незад.                           |
| 18 | 7                    |                                    | Євдокиївка                 | р.Чаплинка                     | 19,87                             | 2,29                               | 3,4                          |                      |   | 10/90                      |                                | незад.             |                                  |
| 19 | 4                    |                                    | Шевченківка                | р.Чаплинка                     | 1260,5                            | 60,62                              | 33,98                        | 33,98                | 94,6  | 10/240                     | обв.канал                      | задов.             | задов.                           |

| №  | № в відомості і QGIS | Місце розташування водного об'єкту |                            | Назва зарегульованого водотоку | Об'єм при НПР, тис.м <sup>3</sup> | Площа водного дзеркала при НПР, га | Прибережна захисна смуга, га |                       | Всього земель водного фонду, що надані в оренду | Дані про розміри і тип ГТС |                                | Технічний стан ГТС |                                  |
|----|----------------------|------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------|-----------------------|---|----------------------------|--------------------------------|--------------------|----------------------------------|
|    |                      | Селищна або сільська рада          | найближчий населений пункт |                                |                                   |                                    | площа                        | площа, що відведена в |   | греблі (ширина, довжина)   | водоскиди, водовипуски та інше | греблі             | водоскиду, водовипуску та іншого |
| 1  | 1а                   | 2                                  | 3                          | 4                              | 5                                 | 6                                  | 7                            | 8                     | 9   | 10                         | 11                             | 12                 | 13                               |
| 20 |                      |                                    | Шевченківка                | р. Чаплинка                    | 10                                | 1,3                                |                              |                       |   | 5/60                       |                                | незадов            |                                  |
| 21 |                      |                                    | Шевченківка                | р. Чаплинка                    | 5                                 | 0,9                                |                              |                       |   | 5/50                       |                                | задов              |                                  |
| 22 | 27?                  | Оленівська сільська рада           | Оленівка                   | р. Чаплинка                    | 150                               | 11,1                               |                              |                       |   | 5/100                      | шахтний                        | задов              | задов                            |
| 23 | 29                   |                                    | Оленівка                   | р. Чаплинка                    | 40                                | 4,0                                |                              |                       |   | 6/50                       | шахтний                        | задов              | задов                            |
| 24 |                      |                                    | Оленівка                   | р. Чаплинка                    | 11                                | 2,6                                |                              |                       |   | 8/100                      | труб, чавун                    | задов              | задов                            |
| 25 | 28?                  |                                    | Оленівка                   | р. Чаплинка                    | 100                               | 7,9                                |                              |                       |   | 8/100                      | шахтний                        | задов              | задов                            |
| 26 | 31 пере              |                                    | Оленівка                   | р. Чаплинка                    | 80                                | 8,6                                |                              |                       |   | 6/60                       | 2 труб, сталь                  | задов              | задов                            |
| 27 | 26?                  |                                    | Оленівка                   | р. Чаплинка                    | 200                               | 17,0                               |                              |                       |   | 8/150                      | шахтний                        | задов              | задов                            |
| 28 | 25?                  |                                    | Оленівка                   | р. Чаплинка                    | 30                                | 3,0                                |                              |                       |   | 6/50                       | обв. канал                     | задов              | задов                            |
| 29 | 17                   |                                    | Магдалинівка               | б.б/н 3                        | 180                               | 10,0                               |                              |                       |   | 6/40                       | шахтний + сифон                | задов              | задов                            |
| 30 | 18                   |                                    | Магдалинівка               | б.б/н 3                        | 30                                | 2,8                                |                              |                       |   | 6/40                       | трубч.                         | задов              | задов                            |
| 31 | 19                   |                                    | Магдалинівка               | б.б/н 3                        | 60                                | 3,7                                |                              |                       |   | 6/40                       | трубч.                         | задов              | задов                            |
| 32 | 34                   | Почино-Софіївська сільська рада    | Тарасівка                  | б. Сужено-Варварівська         | 200                               | 4,774                              | 16,69                        | 16,69                 | 21,464  | 6/70                       | шахтний                        | задов              | задов                            |
| 33 | 35                   | Тарасівка                          | -//-                       |                                |                                   | 6,0                                | 4,0                          |                       |   |                            |                                | задов.             | задов.                           |
|    |                      | <b>Всього:</b>                     |                            |                                |                                   |                                    | <b>144,9</b>                 |                       |   |                            |                                |                    |                                  |

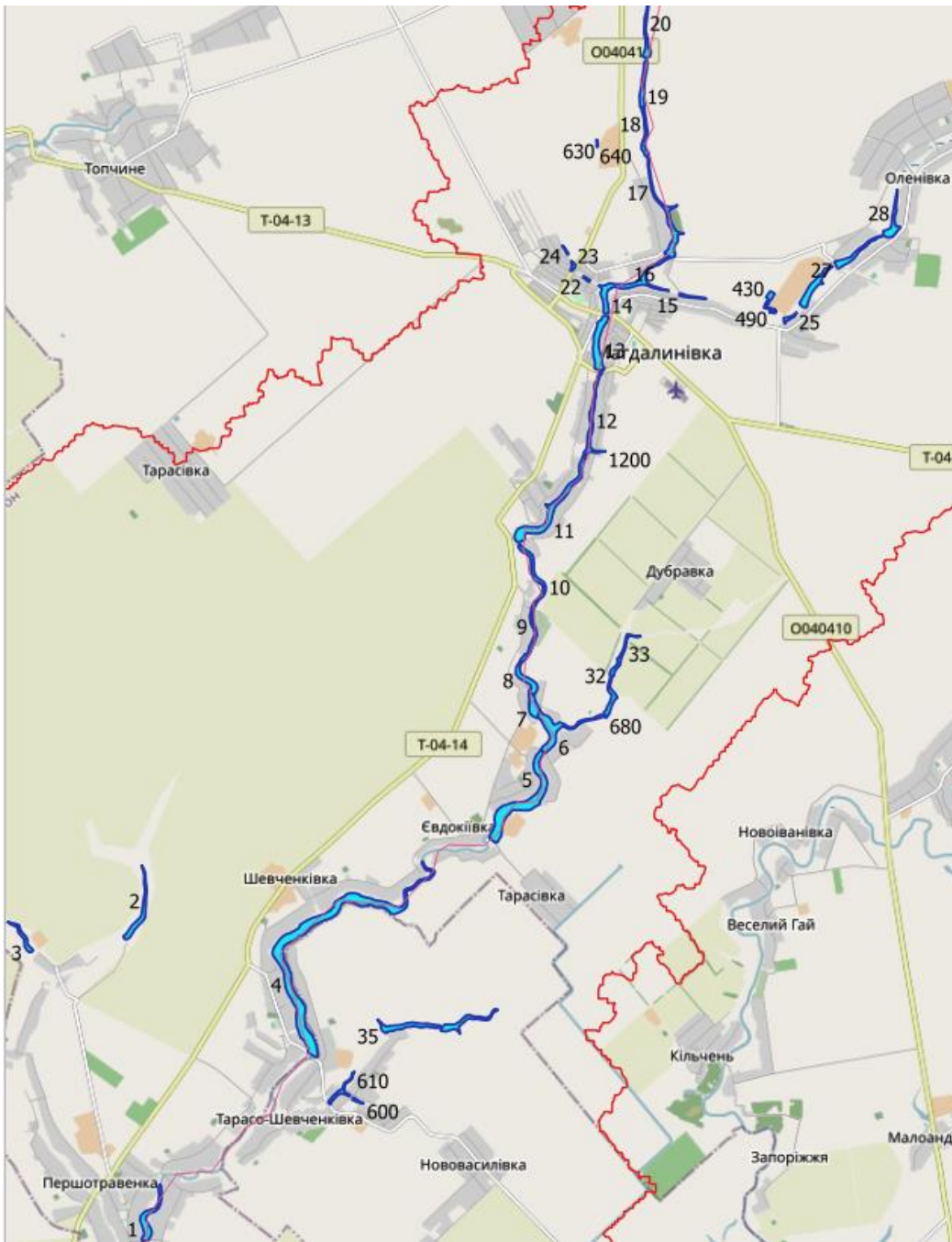


Рисунок 2.4 – Водні об’єкти на водозборі Чаплинки (QGIS)

Візуалізацію водних об’єктів виконали в QGIS за допомогою плагину (модуля) QuickMapServices (QOSM). Номери на рис. 2.4 більше 100 – це не визначені водні об’єкти даними РОВР (немає в вихідній інформації – табл. 2.1) і які не приймалися до розгляду в подальших розрахунках .

Загальна площа водного дзеркала склала 3,40 км<sup>2</sup>.

## 2.2 Гідрологічні та гідрометричні спостереження

На р. Чаплинка безпосередніх гідрологічних та гідрометричних спостережень не проводили. Тому опис режиму стоку описаний за річками, які за характером формування стоку знаходяться в гідрологічно-однорідному районі. Такою річкою є річка Оріль. Гідрологічний режим визначається впливом ряду факторів – особливості багаторічні, сезонні та добові коливання рівнів води [35].

Відповідно до «Наставленням для водомірних постів...» спостереження проводять щоденно о 8 і 20 год, а в період повені і паводків частіше, аж до годинного інтервалу [34].

Річка Чаплинка відноситься до річок Сіверськодонецько-Дніпровська область недостатньої водності, що характеризується, в теперішній час, відносно помірною весняною повінню і низькою літньою меженню. Ці тривалі гідрологічні періоди «розбавляють» дощовими паводками. Весняна повінь може проходити двома-трьома піками.

Найвищі рівні весняної повені спостерігаються в другій-третьій декаді березня. Інтенсивність коливань рівнів на річках району змінюється в межах 20-120 см/добу. Найбільш значна повінь була в 1964 р, коли коливання рівнів сягали 200-400 см/добу на різних ділянках річки.

З часу зарегулювання стоку інтенсивність підйому нівелювалась і не перевищує в повінь 1-6 см/добу, найбільша 8-13 см/добу [42].

Для Орілі дані про максимальні витрати води ( $Q$ , м<sup>3</sup>/с) і шару стоку (мм) весняного паводку (за багаторічний період) приведені в таблиці 2.2, а дані про максимальні витрати води, що визначені за формулою – в таблиці 2.4.

Таблиця 2.2 - Максимальні витрати води ( $Q$ , м<sup>3</sup>/с) і шару стоку (мм) весняного повені (за багаторічний період) [42] , р. Оріль, смт Царичанка

| №<br>п/п | Річка | Пункт             | Площа водозбору F, км <sup>2</sup> | Період<br>спостережен<br>ь |         | Характеристика       | За період<br>спостережень   |      |              | За багаторічний період                                  |      |       |     | Максимальні витрати води<br>і шар стоку повені різної<br>забезпеченості (%) |     |     |     |                             |  |  |
|----------|-------|-------------------|------------------------------------|----------------------------|---------|----------------------|-----------------------------|------|--------------|---|------|-------|-----|---|-----|-----|-----|-----------------------------|--|--|
|          |       |                   |                                    | роки                       | Кількіс |                      | найбільший                  |      | середні<br>й | Q- м <sup>3</sup> /с<br>h- мм<br>q- л/с км <sup>2</sup> | Cr   | Cr/Ct | 1   | 2   | 5   | 10  | 25  |                             |  |  |
|          |       |                   |                                    |                            |         |                      | Q м <sup>3</sup> /с<br>h мм | рік  |              |   |      |       |     |   |     |     |     | Q м <sup>3</sup> /с<br>h мм |  |  |
| 1        | 2     | 3                 | 4                                  | 5                          | 6       | 7                    | 8                           | 9    | 10           | 11  | 12   | 13    | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | 19                          |  |  |
| 1        | Оріль | Смт.<br>Царичанка | 9100                               | 1926-40                    | 31      | Q <sub>мит</sub>     | 660                         | 1932 | 234          | 231   | 25,4 | 1,00  | 2,0 | 1060  | 905 | 695 | 532 | 321                         |  |  |
|          |       |                   |                                    | 1952-67                    |         | Q <sub>сер.доб</sub> |                             |      |              |   |      |       |     |   |     |     |     |                             |  |  |
|          |       |                   |                                    |                            |         | h                    | 90                          | 1931 | 29           | 30  | -    | 0,86  | 2,0 | 119   | 103 | 81  | 64  | 42                          |  |  |

Таблиця 2.3 - Визначення максимальних витрат води за формулою [42]

| №<br>п/п | Річка | Пункт     | Категорія русла | Довжина річки L, км | Площа водозбору F, км <sup>2</sup> | Залісеність, % | Заболоченість, % | Падіння річки H, м | Швидкість v, км/добу | Час добігання τ, діб | Час водовіддачі t <sub>c</sub> , діб | n=τ/t <sub>c</sub> | Коефіцієнт φ | Водовіддача λ <sub>m</sub> | Коефіцієнт m | m t <sub>c</sub> , діб | Неодночасність водовіддачі t <sub>n</sub> , діб | Коефіцієнти |   | Витрата 1%-<br>вої<br>забезпеченості |  | Відхилення, % |
|----------|-------|-----------|-----------------|---------------------|------------------------------------|----------------|------------------|--------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------------|--------------------|--------------|----------------------------|--------------|------------------------|---|-------------|---|--------------------------------------|--|---------------|
|          |       |           |                 |                     |                                    |                |                  |                    |                      |                      |                                      |                    |              |                            |              |                        |   | ρ           | г | розрахована, м <sup>3</sup> /с       | по кривій<br>забезпеченості, м <sup>3</sup> /с |               |
| 1        | Оріль | Царичанка | 7               | 311                 | 9100                               | 1              | 2                | 124                | 20                   | 15,6                 | 4,0                                  | 3,9                | 0,063        | 7                          | 1,03         | 4,1                    | 0,8   | 0,96        | - | 1070                                 | 1060   | 0             |



### 3. ГІДРОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ

#### 3.1 Розрахунок річного стоку та його внутрішньорічний розподіл

Безпосередній спостережень за стоком на р. Чаплинка немає, тому гідрологічні розрахунки для водозбору річки визначимо за нормативними методиками як для випадку відсутності даних спостережень за стоком.

Відповідно до ДБН [23], при відсутності гідрометричних спостережень за стоком норму визначають за картою ізоліній. Її запозичимо з довідникових даних [42, рис. 31] вкопіровка з якої наведена на рис. 3.1. Відповідно до якого норма річного стоку становить для центру водозбору р. Чаплинка  $1,2 \text{ л/с*км}^2$ .



Рисунок 3.1 – Норма річного стоку [42]

Аналогічно встановимо мінливість стоку, коефіцієнт варіації річного стоку [42, рис. 32] вкопіровка з якої наведена на рис. 3.2. Відповідно до якого  $C_v = 0,67$ .



Рисунок 3.2 – Коефіцієнт варіації річного стоку [42]

В посібнику [23] відмічено, що «..розрахункове значення відношення коефіцієнта асиметрії ( $C_s$ ) до коефіцієнта варіації ( $C_v$ ) необхідно приймати, як середнє за даними групи річок з найбільш тривалішими спостереженнями за розглянутою гідрологічною характеристикою в гідрологічно однорідному районі». За такий приймаємо водозбір Орелі. Отже для водозбору р. Чаплинка приймаємо відношення  $C_s=2,0C_v$ .

Більшість водотоків на виділених часткових водозборах можна віднести до малих (площа водозбору до  $100 \text{ км}^2$ ). Тому при визначенні норми стоку, як відмічено в [23], «визначають з урахуванням генетичних складових річкового стоку з урахуванням коефіцієнт, що враховує неповне дренавання підземних вод та підземної складової зональних значень норми модуля стоку. В середнє багаторічне значення стоку (норму), визначене за районними картами, слід вводити поправки на вплив місцевих азональних чинників, що враховують неповне дренавання річками підземних вод, наявність карсту, виходів підземних вод, особливості геологічної будови басейну, характер ґрунтів, пересихання річок, різницю у середніх висотах водозборів та інші особливості» [23]. При неможливості проведення польового обстеження, величину першої критичної площі обчислюють за формулою:

$$A_{1\text{кр}} = \frac{0,98}{\rho^2} + \frac{1,5 \cdot L_T}{\sqrt{i_T}}, \quad (3.1)$$

де  $\rho$  – густина гідрографічної мережі,  $\text{км}/\text{км}^2$ ;  $L_T$  – довжина русла основного тальвегу,  $\text{км}$ ;  $i_T$  – уклон русла основного тальвегу,  $\%$ .

Для водозборів площею, меншою або рівною першій критичній, річний стік дорівнює поверхневому стоку .

Нормами встановлено, що «..при неможливості підібрати річку-аналог, значення коефіцієнта варіації  $C_v$  недосліджених річок допускають визначати за картами ізоліній, побудованими для досліджуваного району з урахуванням спостережень останніх років, або за районними емпіричними формулами, в які вводять поправки на азональні чинники. Коефіцієнти варіації за районними емпіричними формулами визначають в залежності від середнього багаторічного значення стоку, площі водозбору річки або середньої висоти басейну (для гірських районів). Для малих потоків при визначенні коефіцієнта варіації  $C_v$  вводять поправочний коефіцієнт ,  $K_{C_v}$ » [23], що обчислений за формулою:

$$K_{C_v} = 1 + 4.8 \cdot \exp(-5,3 \cdot C_v) \cdot [(A - A_{\text{кр}}) + 1]^n, \quad (3.2)$$

де  $C_v$  – коефіцієнт варіації, визначений за картою ізоліній;  $n$  – показник степені, що визначають за формулою  $n = 0,83C_v - 1,1$ ; При  $A = A_{\text{кр}}$ , поправочний коефіцієнт приймають рівним одиниці.

Внутрішньорічний розподіл стоку є важливим в розумінні гідрологічного режиму річки. Типову схему розподілу стоку запозичуємо з довідника [42] (табл.3.1).

Таблиця 3.1 - Внутрішньорічний розподіл стоку [42] для р. Оріль, с. Черноглазівка, площа водозбору 1600 км<sup>2</sup>

| Водність року* | Місяць |     |      |      |     |     |     |      |     |     |     |     | Весна | Літо-осінь |
|----------------|--------|-----|------|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-------|------------|
|                | I      | II  | III  | IV   | V   | VI  | VII | VIII | IX  | X   | XI  | XII |       |            |
| 1              | 18,7   | 3   | 53,7 | 18,4 | 09  | 3,3 | 0,8 | 0,2  | 0   | 0   | 0,2 | 0,8 | 73,0  | 4,5        |
| 2              | 28,8   | 5,2 | 46,2 | 9,0  | 3,0 | 0,8 | 0,2 | 0    | 0,3 | 1,0 | 2,4 | 3,1 | 58,2  | 4,7        |
| 3              | 26,3   | 5,2 | 42,2 | 20,2 | 3,3 | 0,2 | 0,1 | 0    | 0,1 | 0,2 | 0,5 | 1,7 | 65,7  | 1,1        |
| 4              | 0      | 0   | 64,1 | 30,7 | 5,1 | 0,1 | 0   | 0    | 0   | 0   | 0   | 0   | 99,8  | 0,1        |

\* - водність року: 1 вологий (25%), 2 середній (50%), 3 – помірно посушливий (75%), 4 гостро посушливий (90%)

Розподілення в відсотках від річного стоку представлено з врахуванням пересихання річки [42]. Аналогічний розподіл прийнятий і для р. Чаплинка.

При розрахунку характеристик річного стоку використали моделювання в ГІС QGIS [2]. Створено проект для досліджуваної території - басейн р. Чаплинка, проведені підготовка геоінформації та геопросторовий аналіз, гідрологічний та геоморфологічний аналіз цифрової моделі місцевості (ЦМР) [47] для обробки географічної інформації.

Виконані наступна геопросторова обробка даних :

- 1) підготовлена цифрова модель рельєфу водозбору р. Чаплинка (див.рис.1.4);
- 2) проведений гідрологічний аналіз, обробка ЦМР для створення гідрологічно вірної моделі (dem), необхідної для побудови гідрографічної мережу, (див. рис. 1.6 та 2.1);
- 3) створений векторний шар ставки та водосховища на водозборі (рис.2.4), уточнені їх морфологічні характеристики;
- 4) Для створення основи розрахунку максимального стоку за модулями (plugin) GRASS по обробці водних об'єктів та басейнів, встановлені водозбірні басейни для розрахункових створів, за які прийняті греблі ставків та водосховища (рис.3.3);

Всього виділено 14 часткових водозборів для яких і проведені всі гідрологічні розрахунки.

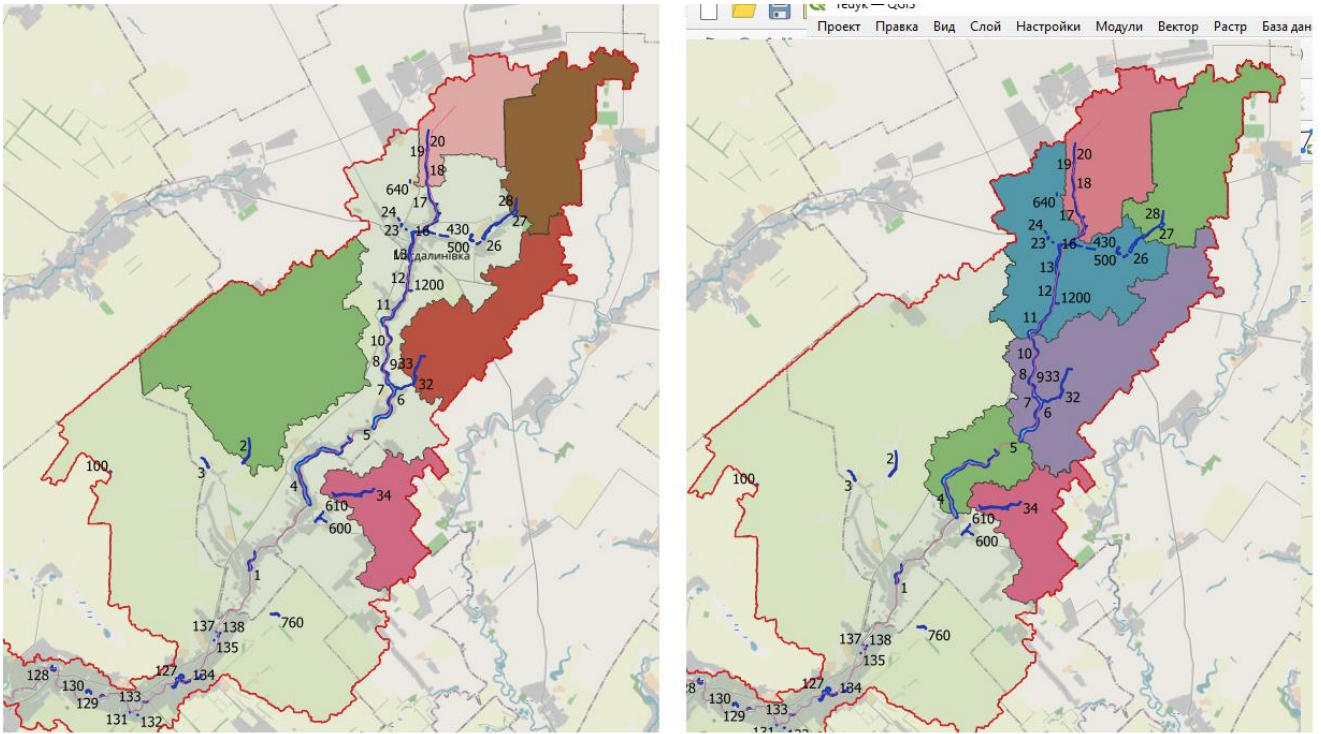


Рисунок 3.3 – Векторний шар часткових водозборів на р. Чаплинка (QGIS)

Розрахунок річного стоку за виділеними створами р. Чаплинка, для років різної забезпеченості наведено в табл.3.2.

Норма стоку за створами змінюється від 13 л/с в створі b35 до 141 л/с в створі b1. В гостро посушливі роки середньорічна витрата наближається до 0.

Об'єм стоку за створами змінюється від 0,4 млн.м<sup>3</sup> в створі b35 до 4,5 млн.м<sup>3</sup> в створі b1. В гостро посушливі роки стік в меженний період не спостерігається і річки пересихають.

Таблиця 3.2- Розрахунок річного стоку різної забезпеченості по створам р. Чаплинка

| Найменування показників   | Створ | b1  | b2          | b4          | b5          | b11         | b13         | b15         | b17         | b18         | b26         | b27         | b28         | b32         | b35         |
|---|-------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|   |       | - середній багаторічний модуль стоку, л/(с×км <sup>2</sup> ), q |             | 0,67        | 0,67        | 0,67        | 0,67        | 0,67        | 0,67        | 0,67        | 0,67        | 0,67        | 0,67        | 0,67        | 0,67        |
| A - площа водозбору річки до розрахункового створу, км <sup>2</sup> . |       | 210,9   | 70,1        | 168,8       | 152,4       | 105,7       | 88,5        | 42,3        | 29,9        | 20,2        | 34,9        | 32,9        | 30          | 30,9        | 19,6        |
| Акр1-величину першої критичної площі                                  |       | 60,7  | 32,7        | 59,3        | 49,5        | 39,7        | 35,5        | 31,0        | 32,2        | 30,5        | 28,1        | 27,8        | 26,8        | 28,1        | 24,3        |
| Р <sub>о</sub> - густота річкової мережі, км/км <sup>2</sup>          |       | 0,21  | 0,21        | 0,21        | 0,21        | 0,21        | 0,21        | 0,21        | 0,21        | 0,21        | 0,21        | 0,21        | 0,21        | 0,21        | 0,21        |
| Lт - довжина основного тальвегу, км                                   |       | 30  | 9           | 27,5        | 21          | 14,4        | 11          | 8,5         | 8,3         | 6,5         | 6           | 5,5         | 4           | 6,5         | 2,8         |
| i - уклон русла основного тальвега, ‰.                                |       | 1,37  | 1,67        | 1,24        | 1,33        | 1,53        | 1,55        | 2,12        | 1,57        | 1,38        | 2,33        | 2,18        | 1,75        | 2,77        | 4,29        |
| H - падіння русла, м  |       | 41  | 15          | 34          | 28          | 22          | 17          | 18          | 13          | 9           | 14          | 12          | 7           | 18          | 12          |
|   |       |   |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| Коефіцієнт варіації річного стоку C <sub>v</sub>                      |       | <b>0,67</b>   | <b>0,67</b> | <b>0,67</b> | <b>0,67</b> | <b>0,67</b> | <b>0,67</b> | <b>0,67</b> | <b>0,67</b> | <b>0,67</b> | <b>0,67</b> | <b>0,67</b> | <b>0,67</b> | <b>0,67</b> | <b>0,67</b> |
| Поправка на коефіцієнт варіації річного стоку KС <sub>v</sub>         |       | 1,009   | 1,019       | 1,011       | 1,011       | 1,014       | 1,016       | 1,035       | 1,138       | 1,138       | 1,045       | 1,052       | 1,063       | 1,066       | 1,138       |
| Відношення C <sub>s</sub> : C <sub>v</sub> (кратне 0,5)               |       | 2   | 2           | 2           | 2           | 2           | 2           | 2           | 2           | 2           | 2           | 2           | 2           | 2           | 2           |
| Збільшення мінливості річного стоку при S< 50 км <sup>2</sup>         |       | 1,000   | 1,000       | 1,000       | 1,000       | 1,000       | 1,000       | 1,143       | 1,320       | 1,552       | 1,238       | 1,268       | 1,318       | 1,302       | 1,571       |
| Уточнене C <sub>v</sub>   |       | 0,676   | 0,683       | 0,677       | 0,677       | 0,679       | 0,681       | 0,694       | 0,762       | 0,762       | 0,700       | 0,705       | 0,712       | 0,715       | 0,762       |
| Модульний коеф, K%  | P=1%  | 2,89  | 2,89        | 2,89        | 2,89        | 2,89        | 2,89        | 2,89        | 3,29        | 3,29        | 3,29        | 3,29        | 3,29        | 3,29        | 3,29        |
|   | P=5%  | 2,15  | 2,15        | 2,15        | 2,15        | 2,15        | 2,15        | 2,15        | 2,36        | 2,36        | 2,36        | 2,36        | 2,36        | 2,36        | 2,36        |
|   | P=10% | 1,8   | 1,8         | 1,8         | 1,8         | 1,8         | 1,8         | 1,8         | 1,94        | 1,94        | 1,94        | 1,94        | 1,94        | 1,94        | 1,94        |
|   | P=25% | 1,31  | 1,31        | 1,31        | 1,31        | 1,31        | 1,31        | 1,31        | 1,34        | 1,34        | 1,34        | 1,34        | 1,34        | 1,34        | 1,34        |
|   | норма | 1   | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           |
|   | P=50% | 0,886   | 0,886       | 0,886       | 0,886       | 0,886       | 0,886       | 0,886       | 0,846       | 0,846       | 0,846       | 0,846       | 0,846       | 0,846       | 0,846       |
|   | P=75% | 0,556   | 0,556       | 0,556       | 0,556       | 0,556       | 0,556       | 0,556       | 0,489       | 0,489       | 0,489       | 0,489       | 0,489       | 0,489       | 0,489       |
|   | P=90% | 0,352   | 0,352       | 0,352       | 0,352       | 0,352       | 0,352       | 0,352       | 0,272       | 0,272       | 0,272       | 0,272       | 0,272       | 0,272       | 0,272       |
|   | P=95% | 0,256   | 0,256       | 0,256       | 0,256       | 0,256       | 0,256       | 0,256       | 0,181       | 0,181       | 0,181       | 0,181       | 0,181       | 0,181       | 0,181       |
|   | P=99% | 0,13  | 0,13        | 0,13        | 0,13        | 0,13        | 0,13        | 0,13        | 0,076       | 0,076       | 0,076       | 0,076       | 0,076       | 0,076       | 0,076       |
| Обем стоку за рік, тис.м <sup>3</sup>                                 | P=1%  | 12878   | 4281        | 10307       | 9306,0      | 6454,4      | 5404,1      | 2583,0      | 2078,5      | 1404,2      | 2426,1      | 2287,0      | 2085,4      | 2148,0      | 1362,5      |
|   | P=5%  | 9581  | 3184        | 7668        | 6923,2      | 4801,7      | 4020,3      | 1921,6      | 1491,0      | 1007,3      | 1740,3      | 1640,5      | 1495,9      | 1540,8      | 977,3       |

| Найменування показників | Створ | b1    | b2    | b4     | b5     | b11    | b13    | b15    | b17    | b18    | b26   | b27    | b28    | b32    | b35    |
|-------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|
|                         |       | P=10% | 8021  | 2666   | 6420   | 5796,1 | 4020,0 | 3365,9 | 1608,8 | 1225,6 | 828,0 | 1430,6 | 1348,6 | 1229,7 | 1266,6 |
| P=25%                   | 5838  | 1940  | 4672  | 4218,3 | 2925,7 | 2449,6 | 1170,8 | 846,6  | 571,9  | 988,1  | 931,5 | 849,4  | 874,9  | 554,9  |        |
| норма                   | 4456  | 1481  | 3567  | 3220,1 | 2233,3 | 1869,9 | 893,8  | 631,8  | 426,8  | 737,4  | 695,1 | 633,9  | 652,9  | 414,1  |        |
| P=50%                   | 3948  | 1312  | 3160  | 2853,0 | 1978,7 | 1656,8 | 791,9  | 534,5  | 361,1  | 623,8  | 588,1 | 536,3  | 552,3  | 350,4  |        |
| P=75%                   | 2478  | 824   | 1983  | 1790,4 | 1241,7 | 1039,7 | 496,9  | 308,9  | 208,7  | 360,6  | 339,9 | 310,0  | 319,3  | 202,5  |        |
| P=90%                   | 1569  | 521   | 1255  | 1133,5 | 786,1  | 658,2  | 314,6  | 171,8  | 116,1  | 200,6  | 189,1 | 172,4  | 177,6  | 112,6  |        |
| P=95%                   | 1141  | 379   | 913,0 | 824,3  | 571,7  | 478,7  | 228,8  | 114,3  | 77,3   | 133,5  | 125,8 | 114,7  | 118,2  | 75,0   |        |
| P=99%                   | 579   | 192,5 | 463,7 | 418,6  | 290,3  | 243,1  | 116,2  | 48,0   | 32,4   | 56,0   | 52,8  | 48,2   | 49,6   | 31,5   |        |
| Сер річна витрата, м3/с | P=1%  | 0,408 | 0,136 | 0,327  | 0,295  | 0,205  | 0,171  | 0,082  | 0,066  | 0,045  | 0,077 | 0,073  | 0,066  | 0,068  | 0,043  |
|                         | P=5%  | 0,304 | 0,101 | 0,243  | 0,220  | 0,152  | 0,127  | 0,061  | 0,047  | 0,032  | 0,055 | 0,052  | 0,047  | 0,049  | 0,031  |
|                         | P=10% | 0,254 | 0,085 | 0,204  | 0,184  | 0,127  | 0,107  | 0,051  | 0,039  | 0,026  | 0,045 | 0,043  | 0,039  | 0,040  | 0,025  |
|                         | P=25% | 0,185 | 0,062 | 0,148  | 0,134  | 0,093  | 0,078  | 0,037  | 0,027  | 0,018  | 0,031 | 0,030  | 0,027  | 0,028  | 0,018  |
|                         | норма | 0,141 | 0,047 | 0,113  | 0,102  | 0,071  | 0,059  | 0,028  | 0,020  | 0,014  | 0,023 | 0,022  | 0,020  | 0,021  | 0,013  |
|                         | P=50% | 0,125 | 0,042 | 0,100  | 0,090  | 0,063  | 0,053  | 0,025  | 0,017  | 0,011  | 0,020 | 0,019  | 0,017  | 0,018  | 0,011  |
|                         | P=75% | 0,079 | 0,026 | 0,063  | 0,057  | 0,039  | 0,033  | 0,016  | 0,010  | 0,007  | 0,011 | 0,011  | 0,010  | 0,010  | 0,006  |
|                         | P=90% | 0,050 | 0,017 | 0,040  | 0,036  | 0,025  | 0,021  | 0,010  | 0,005  | 0,004  | 0,006 | 0,006  | 0,005  | 0,006  | 0,004  |
|                         | P=95% | 0,036 | 0,012 | 0,029  | 0,026  | 0,018  | 0,015  | 0,007  | 0,004  | 0,002  | 0,004 | 0,004  | 0,004  | 0,004  | 0,002  |
|                         | P=99% | 0,018 | 0,006 | 0,015  | 0,013  | 0,009  | 0,008  | 0,004  | 0,002  | 0,001  | 0,002 | 0,002  | 0,002  | 0,002  | 0,001  |

### 3.2 Визначення максимальної витрати та об'єму стоку весняного водопілля

Спостережень за максимальним стоком не проводились, тому при відсутності їх, значення максимального стоку розраховують відповідно до рекомендацій ДБН [23] для випадку відсутності даних спостережень.

Відповідно до цього «..Максимальна витрата води весняної повені  $Q_{p\%}$  м<sup>3</sup>/с, заданої щорічної вірогідності перевищення  $P\%$  для рівнинних річок визначають за формулою

$$Q_{p\%} = [K_0 \cdot h_{p\%} \cdot \mu \cdot \delta \cdot \delta_1 \cdot \delta_2 / (A + A_1)^{n_1}] \cdot A, \quad (3.3)$$

де  $K_0$  - параметр, що характеризує дружність повені, визначається за даними аналогів – річок, за таку прийнята Оріль;

$h_{p\%}$  - розрахунковий шар сумарного весняного стоку (мм) щорічної вірогідності перевищення  $P\%$ ...» [23].

Коли немає прямих гідрологічних даних спостережень шар стоку приймаємо «в залежності від середнього багаторічного шару стоку  $h_0$ , значення якого, наприклад, визначаємо з карти» [21];

$\mu$  - коефіцієнт, «що враховує нерівність статистичних параметрів шару стоку та максимальних витрат води, приймаємо, наприклад, за рекомендаціями» [21];

$\delta$  - коефіцієнт, що враховує вплив штучних та природних водних об'єктів (водосховищ, ставків та проточних озер);

$\delta_1$  - коефіцієнт, «що враховує зниження максимальної витрати води в залісених басейнах» [23];

$A$  - площа водозбору річки, км<sup>2</sup>;

$A_1$  – «додаткова площа водозбору, що враховує зниження редуції, км<sup>2</sup>, приймаємо за рекомендаціями» [23];

$n_1$  – «показник ступеня редуції, що приймаємо за рекомендаціями» [21].



Вишневський [17] та Каганер [42] говорять, що для України, для визначення максимальної витрати повені, формула (3.3) не зовсім підходить. Тому вони рекомендують розрахунки проводити за формулою «граничної інтенсивності

$$Q_p = 0,28 \cdot a_m \cdot \varphi \cdot F \cdot \rho \cdot r \cdot \lambda, \quad (3.4)$$

де  $Q_p$  – максимальна миттєва витрата води (м<sup>3</sup>/с), забезпеченістю  $P\%$ ;

$a_m$  – максимальна інтенсивність водовіддачі (мм/год). Прийнята для 1%-вої ймовірності перевищення з довідникових даних і дорівнює 0,7;

$\varphi$  – коефіцієнт редукції модуля максимальної витрати, який визначаємо для кожного виділеного створу окремо;

$F$  – площа водозбору кожного виділеного створу, км<sup>2</sup>;

$\rho$  – коефіцієнт, який змінює віддачу стоку з басейну за рахунок впливу залісеності, заболоченості і неодночасності;

$r$  – коефіцієнт, що враховує вплив системи водосховищ;

$\lambda$  – перехідний коефіцієнт від 1%-вої до іншої ймовірності перевищення максимальних витрат;

0,28 – коефіцієнт вимірювання» [17].

Годинну інтенсивність водовіддачі  $a_m$ , яка є основою цього методу, рекомендується приймати в відповідності до [42, табл. 81] і рівна 0,7 мм/год.

Коефіцієнт редукції максимальної витрати та стоку залежить від значення  $\tau$  – схилового добігання, яке в свою чергу. Визначаємо за відношенням

$$n = \frac{\tau}{t_c}, \quad (3.5)$$

де  $\tau$  – тривалість добігання стоку, год, залежить від довжини тальвегу та похилу водостоку;

$t_c$  – тривалість водовіддачі за добу прийнята за рекомендаціями [42].

В усіх випадках для розрахункових створів значення  $n < 1$ , час добігання  $\tau < 1$  доби, то коефіцієнт редукції визначається за формулою

$$\varphi = \frac{t_c}{0,92t_c - 0,24 + (1,94t_c + 5,95)\tau} \quad (3.6)$$

Швидкість добігання води водопілля визначається за формулою

$$v = \alpha \cdot H^{1/3}, \quad (3.7)$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт форми русла, приймається за рекомендаціями [42, табл. 85];

$H$  – різниця відміток (падіння річки) витoku та розрахункового створу, для малих річок приймається від водорозділу до розрахункового створу, м.

Тривалість водовіддачі від танення снігу фактично визначається географічною координатою водозбору та визначається за картою ізоліній [42].

Лісів та боліт на водозборі практично немає. Тому коефіцієнт, що враховує їх вплив не врахований. Натомість значне зарегулювання стоку суттєво вплине на максимум повені, тому коефіцієнт зарегульованості максимальної витрати водосховищем визначається за формулою

$$r = 1 - \frac{W_1}{S_1} \left[ 1 - \left( 1 - \frac{f_1}{F} \right)^n \right], \quad (3.8)$$

де  $W_1$  – регулюючий об'єм водосховища;

$S_1$  – стік з водозбірної площі  $f_1$ ;

$n = 0,75$ .

Всі розрахунки для визначених 14 розрахункових створів виконуємо в Excel за використання авторської програми керівника кваліфікаційної роботи, результати наведені в додатку А (рис. А1)

### 3.3 Визначення максимальної витрати та об'єму стоку дощового паводку

Відповідно до ДБН [23, додаток Д], вибір типу розрахункової формули для визначення максимальної миттєвої витрати води дощового паводку залежить від площі водозбору, гідрографічних характеристик його, ґрунтів зони аерації та інш. Виділяють три типи формул. Найбільш підходить III тип. Проте, при відсутності спостережень за максимальним зливовим стоком, для умов центральної України рекомендована формула, розроблена П.Ф. Вишневським [10] і визначається «за формулою .

$$Q_p = 1.67 \cdot h_m \cdot F \cdot \varphi \cdot n \cdot r \cdot r_1 \cdot \lambda, \quad (3.9)$$

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

1,67 – коефіцієнт вимірювання;

$h_m$  – максимальна злизова водовіддача 1%-вої ймовірності перевищення, що визначається за картою і для центру водозбору рівна 4,5 мм/10 хв ;

$\varphi$  – коефіцієнт редукції максимального зливого стоку, що залежить від часу схилового добігання;

$F$  – площа водозбору басейну річки,  $\text{км}^2$ ;

$n$  – коефіцієнт, що враховує вплив лісів та боліт на стік з басейну, на р. Чаплинка дорівнює 1;

$r$  – коефіцієнт, що враховує затримку стоку системами ставків та водосховищ;

$r_1$  – коефіцієнт природного зарегулювання витрати заболоченими заплавами;

$\lambda$  – коефіцієнт переходу від 1%-вої ймовірності перевищення максимальних витрат води до розрахункової» [10].

Розрахунки виконуємо в Excel за використання авторської програми керівника кваліфікаційної роботи. Результати розрахунку дощового стоку наведені в додатку А (рис.А2).

Наведені в додатку А витрати та об'єми стоку повені та паводку є вихідними розрахунковими даними для розрахунку та оцінки забезпеченості пропускної здатності водоскидних споруд в характерних вибраних створах ставків.

Як приклад для кінцевого розрахункового створу b1 наведена зведена таблиця максимальних витрат та об'ємів стоку (табл.3.3). Це дозволить порівняти максимальні витрати повені та дощового паводку, визначити найнебезпечніші розрахункові випадки та прийняти вірні проектні рішення при пропуску максимальних витрат.

Таблиця 3.3 - Зведена таблиця максимального стоку в створі b1 на річці Чаплинка

| Гідрологічний період | Гідрологічна характеристика              | Забезпеченість гідрологічної величини, % |     |     |     |     |     |
|----------------------|--|--|-----|-----|-----|-----|-----|
|                      |  | 0,5                                      | 1   | 3   | 5   | 10  | 25  |
| Весняна повінь       | Максимальна витрата Q, м <sup>3</sup> /с | 80                                       | 67  | 50  | 43  | 32  | 17  |
|                      | Об'єм стоку, млн.м <sup>3</sup>          | 27                                       | 23  | 17  | 14  | 8,6 | 3,7 |
| Дощовий паводок      | Максимальна витрата Q, м <sup>3</sup> /с | 76                                       | 65  | 46  | 39  | 28  | 16  |
|                      | Об'єм стоку, млн.м <sup>3</sup>          | 8,1                                      | 6,9 | 4,9 | 4,2 | 3,0 | 1,7 |

З аналізу таблиці видно, що максимальні витрати дощового паводку практично тотожні витратам повені, але об'єми стоку повені суттєво більші за дощовий.

Для обґрунтування та оцінки роботи водоскидних споруд при пропуску максимальних витрат необхідно виконати розрахунок трансформації максимального стоку водними об'єктами – ставками та водосховищем

### 3.4 Трансформація максимального стоку ставками та водосховищами

При розрахунку трансформації максимального стоку та при відсутності спостережень за стоком рекомендують використати наближений метод Д.І. Кочеріна [34]. Зарегульованість стоку значна, тому для кожного розрахункового створу визначені можливі об'єми регулювання.

При схематизації гідрографа повені за трикутником, максимальна скидна витрата визначається

$$q_{max} = Q_{max}(1 - V_{ФПГ}/W_n), \quad (3.10)$$

де:  $Q_{max}$  – природна максимальна середньодобова витрата повені;

$V_{ФПГ}$  – можливий об'єм регулювання ставками та заболоченою заплавою;

$W_n$  – об'єм стоку розрахункової повені.

Відповідно до інвентаризаційної відомості водних об'єктів [27] на верхній частині водозбору р. Чаплинка створено більше 60 ставків. Окремі з них виконують функції відстійників. В роботі для аналізу взяті 35 водних об'єктів (див. табл. 2.1)

Всі ці ставки володіють деяким об'ємом регулювання. Для визначення його необхідно прийняти максимальний форсований напір виходячи з конструкцій греблі та водоскидної споруди. Умова призначення - над нормативним горизонтом на водоскидах, який забезпечує практично 100%-ву гарантію **непереливу** води через гребінь кожної греблі.

Для забезпечення однотипних умов гідравлічних розрахунків та з врахуванням конструкцій гідроспоруд ставків, максимальний напір форсіровки прийнятий 1 м.

Перехідний коефіцієнт від миттєвої максимальної витрати до середньодобової визначили за ДБН В.2.4-8:2014 [23]. Він залежить від площі

водозбору, тому встановили залежність перехідного коефіцієнту від площі для умов степової зони України, рис.3.4, яку і використали розрахунках

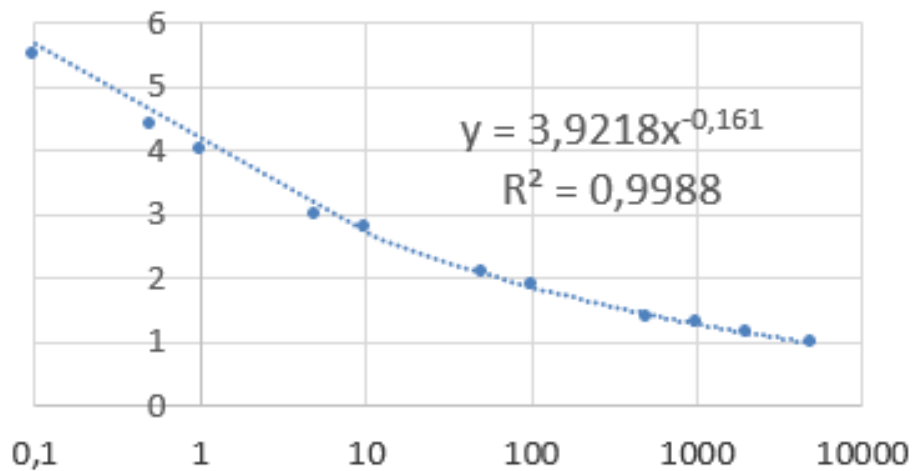


Рисунок 3.4 – Залежність коефіцієнту переходу від миттєвої максимальної витрати до середньодобової від площі водозбору

Враховуючи, що всі гідротехнічні споруди на водних об'єктах відносяться до класу наслідків (відповідальності) СС1, розрахунок трансформації проводимо для 5%-ої забезпеченості максимальних витрат та стоку. Об'єми регулювання визначені за розташуванням кінцевого створу та сумарною площею водного дзеркала всіх ставків вище розрахункового створу і наведені в таблицях розрахунку максимальних витрат (див. додаток А). Результати розрахунку трансформації стоку наведені в табл. 3.4.

За результатами розрахунку трансформації максимального стоку видно, що витрата повені зменшиться при трансформації по створам незначно – на 3-25% , в той же час витрата паводку зменшиться значно суттєвіше - по деяким створам в 3-5 разів, проте в цілому рахунок іде теж на %.

Таблиця 3.4 – Трансформація максимального стоку 5%-вої забезпеченості в басейні річки Чаплинка

| Найменування показників  | Створ |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|  | b1    | b2   | b4   | b5   | b11  | b13  | b15  | b17  | b18  | b26  | b27  | b28  | b32  | b35  |
| Повінь   |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Максимальна середньодобова витрата $Q_{5\%}, \text{м}^3/\text{с}$                                | 25,9  | 12,0 | 20,0 | 19,9 | 15,3 | 12,3 | 6,88 | 4,43 | 3,12 | 6,58 | 6,58 | 6,69 | 6,17 | 5,50 |
| Максимальна середньодобова трансформована витрата $Q_{5\%}, \text{м}^3/\text{с}$                 | 19,7  | 11,2 | 14,9 | 15,7 | 11,7 | 9,21 | 5,91 | 3,97 | 2,89 | 5,50 | 5,97 | 6,42 | 5,86 | 5,20 |
| Паводок  |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Максимальна середньодобова витрата $Q_{5\%}, \text{м}^3/\text{с}$                                | 23,6  | 27,5 | 17,9 | 24,8 | 21,0 | 20,4 | 11,5 | 6,98 | 5,18 | 14,4 | 15,3 | 16,9 | 13,7 | 16,1 |
| Максимальна середньодобова трансформована витрата $Q_{5\%}, \text{м}^3/\text{с}$                 | 4,9   | 23,5 | 2,2  | 8,7  | 5,1  | 3,1  | 7,3  | 5,2  | 4,3  | 8,0  | 11,9 | 15,4 | 12,2 | 14,2 |
| Розрахункова витрата для оцінки, пропускної здатності водоскиду: П- повінь, ДП – дощовий паводок | П     | ДП   | П    | П    | П    | П    | ДП   | ДП   | ДП   | ДП   | ДП   | ДП   | ДП   | ДП   |

Виходячи з результатів розрахунку по 5 створам за розрахункову витрату для оцінки, пропускної здатності водоскиду приймаємо витрату повені (П – в табл.3.4), а для 9 створів за розрахункову витрату для оцінки, пропускної здатності водоскиду приймаємо витрату дощового паводку (ДП – в табл.3.4).

## **4 ХАРАКТЕРИСТИКА СТАВКІВ ТА ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД НА ВОДОЗБОРІ РІЧКИ ЧАПЛИНКА**

В роботі дослідженню підлягає верхня частина водозбору до ставка в селі Першотравенка включно. Кожний такий водний об'єкт, як відмічено вище, впливає на зарегулювання стоку, мета якого на даній річці це господарське використання водних ресурсів та риборозведення.

Встановлення кількісних характеристик водойм є головним в оцінці ступеня зарегулювання місцевого стоку, впливу на екосистему .

Відповідно до інвентаризаційних відомостей РОВР у Дніпропетровській області [27, 2009 р.] на досліджуваній частині водозборі р. Чаплинка ідентифіковано 35 штучних водойм.

За даними вбудованого в QGIS сервісу Quick Maps Servise [2, 2023 р.] – ідентифіковано 44 водних об'єктів, з яких 8 є відстійниками, 1 – регулюючий басейн насосної станції. Всі ці водні об'єкти представлені на рис. 2.4.

Таким чином як ставки ідентифіковані засобами ГІС 35 водних об'єктів на досліджуваному водозборі.

### **4.1 Зведені відомості про ставки на водозборі річки**

Зведені відомості про площі ставків порівнюємо за даними РОВР (2009 р.) та дані Quick Maps Servise [2, 2023 р.] . Результати наводимо таблицю 4.1.

Для встановлення розрахункового об'єму води, що заакумульований в ставках встановили залежність об'єму від площі водного дзеркала для ставків за даними РОВР (рис.4.1). За вказаною на рисунку залежністю встановили розрахунковий об'єм. Деякі дані по ідентифікованим в ГІС ставкам відсутні в даних РОВР. І навпаки.



Таблиця 4.1 – Характеристика ставків в басейні річки [2, 27]

| № в<br>відомості<br>і QGIS    | Дані РОВР                               |                              |                                    |             |              | Розрахунок ГІС              |                              |   |
|-------------------------------|---|------------------------------|------------------------------------|-------------|--------------|-----------------------------|------------------------------|---|
|                               | Об'єм<br>при НІР,<br>тис.м <sup>3</sup> | Площа<br>водного<br>дзеркала | Прибережна<br>захисна смуга,<br>га |             |              | Всього<br>земель<br>водного | Площа<br>водного<br>дзеркала | Об'єм<br>при НІР,<br>тис.м <sup>3</sup> |
|                               |   |                              | пл                                 | о           | щ            |                             |                              |   |
| 1                             | 100                                     | 17,2                         |                                    |             |              | 8,91                        | 208,3                        |   |
| 2                             | 832,93                                  | 26,99                        | 17,52                              |             |              | 7,19                        | 168,0                        |   |
| 3                             | 150                                     | 7,3273                       | 9,4                                | 9,4         | 16,7273      | 3,55                        | 82,9                         |   |
| 4                             | 1260,5                                  | 60,62                        | 33,98                              | 33,98       | 94,6         | 64,70                       | 1512,0                       |   |
| 5                             | 874,71                                  | 26,11                        | 13,18                              |             |              | 28,18                       | 658,6                        |   |
| 6                             | 201,74                                  | 9,85                         | 6,74                               |             |              | 14,08                       | 329,1                        |   |
| 7                             | 19,87                                   | 2,29                         | 3,4                                |             |              | 4,97                        | 116,1                        |   |
| 8                             |   |                              |                                    |             |              | 6,70                        | 156,5                        |   |
| 9                             |   |                              |                                    |             |              | 3,59                        | 83,9                         |   |
| 10                            |   |                              |                                    |             |              | 7,03                        | 164,2                        |   |
| 11?                           | 650                                     | 17,7                         |                                    |             |              | 18,38                       | 429,5                        |   |
| 12?                           | 300                                     | 3,4                          |                                    |             |              | 7,63                        | 178,3                        |   |
| 13?                           | 500                                     | 10,5                         |                                    |             |              | 10,96                       | 256,0                        |   |
| 14?                           | 690                                     | 10,3                         |                                    |             |              | 12,37                       | 289,1                        |   |
| 15?                           | 40                                      | 0,7                          |                                    |             |              | 1,31                        | 30,5                         |   |
| 16?                           | 25                                      | 1,5                          |                                    |             |              | 1,14                        | 26,6                         |   |
| 17                            | 180                                     | 10                           |                                    |             |              | 11,32                       | 264,5                        |   |
| 18                            | 30                                      | 2,8                          |                                    |             |              | 4,16                        | 97,3                         |   |
| 19                            | 60                                      | 3,7                          |                                    |             |              | 4,76                        | 111,2                        |   |
| 20                            | 283,09                                  | 16,74                        | 21,37                              |             |              | 4,70                        | 109,9                        |   |
| 22?                           | 8                                       | 0,6                          |                                    |             |              | 0,46                        | 10,6                         |   |
| 24                            |   |                              |                                    |             |              | 0,96                        | 22,4                         |   |
| 23?                           | 50                                      | 0,5                          |                                    |             |              | 0,38                        | 8,9                          |   |
| 25?                           | 30                                      | 3                            |                                    |             |              | 1,19                        | 27,8                         |   |
| 26?                           | 200                                     | 17                           |                                    |             |              | 7,89                        | 184,5                        |   |
| 27?                           | 150                                     | 11,1                         |                                    |             |              | 5,68                        | 132,8                        |   |
| 28?                           | 100                                     | 7,9                          |                                    |             |              | 6,00                        | 140,2                        |   |
| 29                            | 40                                      | 4                            |                                    |             |              |                             |                              |   |
| 31<br>пересох                 | 80                                      | 8,6                          |                                    |             |              |                             |                              |   |
| <b>32</b>                     | 81,97                                   | 5,14                         | 8,88                               | 8,88        | 14,02        | 4,40                        | 102,7                        |   |
| <b>33</b>                     | 81,43                                   | 5,3                          | 9,77                               | 9,77        | 15,07        | 3,99                        | 93,2                         |   |
| 34                            | 200                                     | 4,774                        | 16,69                              | 16,69       | 21,464       | 6,86                        | 160,3                        |   |
| 35                            | 100                                     | 6                            | 4                                  |             |              | 7,52                        | 175,6                        |   |
| <b>Всього</b>                 | <b>7319,2</b>                           | <b>301,6</b>                 | <b>144,9</b>                       | <b>78,7</b> | <b>161,9</b> | <b>270,9</b>                | <b>6331,5</b>                |   |
| <b>Середня<br/>глибина, м</b> |   | <b>2,43</b>                  |                                    |             |              |                             | <b>2,34</b>                  |   |

Площа водного дзеркала практично добре співпадають, за виключенням ставка 2. Можливо помилка при ідентифікації.

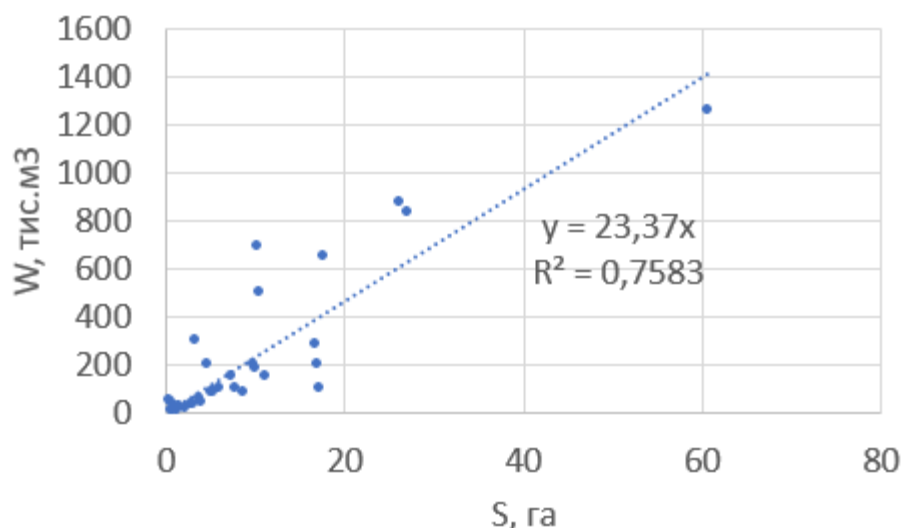


Рисунок 4.1 - Залежність об'єму води в ставку від площі водного дзеркала (за даними РОВР)

Отже за даними Регіонального офісу водних ресурсів в Дніпропетровській області повний об'єм всіх ставків становить 7,32 млн.м<sup>3</sup>, а їх загальна площа – 302 га.

За даними сервісу Quick Maps Servise [2] загальна площа водного дзеркала всіх водних об'єктів становить 271 га, а розрахунковий об'єм 6,33 млн.м<sup>3</sup>.

Для оцінки ступеня зарегульованості стоку на досліджуваній частині водозбору річки порівнюємо повний об'єм зарегульованого в ставках з річним стоком річки. З табл. 3.1 бачимо, що для створу ставка b1 об'єм річного стоку близький до зарегульованого об'єму відповідає приблизно 15% забезпеченості. Отже зробити висновок, що річка Чаплинка в верхній її частині занадто зарегульована. Це в рази (за об'ємом) перевищує допустимі межі зарегулювання за вимогами Водного Кодексу України [13]. Так об'єм зарегульованого стоку становить 7,32 млн.м<sup>3</sup>, а допустиме значення, відповідно до статті 82 Водного Кодексу України [13] становить 1,14 млн.м<sup>3</sup> (95% річний стік), що в  $7,32/1,14=6,4$  рази перевищує допустимий! Можливо це є однією з основних причин обміління річки.

## 4.2 Характеристика водоскидних споруд ставків

Метою роботи є перевірити пропускну здатність водоскидів та порівняти з даними максимального трансформованого стоку (витрати), тому в пункті наводимо інформацію про водоскиди ставків.

Згідно інвентаризаційних відомостей Регіонального офісу водних ресурсів в Дніпропетровській області [27] на досліджуваному водозборі у складі гідровузлів є водоскиди. Їх тип та стан наведений в табл.4.2.

Таблиця 4.2 – Витяг з відомості про гідротехнічні споруди на досліджуваних водних об'єктах водозбору р. Чаплинка [27]

| №<br>гідроспоруди<br>в відомості і<br>QGIS | Об'єм при НІР, тис.м <sup>3</sup><br>с/м при НІР, га | Площа водного дзеркала<br>при НІР, га | Дані про гідротехнічні споруди |   |  | Стан гідротехнічних споруд |  |
|--|--|---------------------------------------|--------------------------------|---|--|----------------------------|--|
|  |  |                                       | греблі<br>(ширина,<br>довжина) | тип<br>водоскиди,<br>водовипуски та<br>інше | характерний<br>розмір<br>водоскиду,<br>d, мм; b, м;<br>a x b, м <sup>2</sup> | греблі                     | водоскиду,<br>водовипуску<br>та іншого |
| 1  | 100  | 17,2                                  | 8/90                           | шахтний                                     | <b>axb</b>   | задов                      | задов                                  |
| 2  | 832,93   | 26,99                                 | 6/100                          | трубч. 500                                  | d=500  | задов.                     | зруйнований                            |
| 3  | 150  | 7,3273                                | 6/60                           | трубч. 500                                  | d=500  | задов                      | задов                                  |
| 4  | 1260,5   | 60,62                                 | 10/240                         | обв.канал                                   | <b>b =2</b>  | задов                      | задов                                  |
| 5  | 874,71   | 26,11                                 | 10/240                         | шахтний                                     | <b>axb</b>   | незадов                    | задов                                  |
| 6  | 201,74   | 9,85                                  | 9/110                          | трубчатий                                   | d=500  | задов                      | незад                                  |
| 7  | 19,87  | 2,29                                  | 10/90                          | трубчатий                                   | d=500  | незад                      |  |
| 11?  | 650  | 17,7                                  | 10/160                         | обв.канал                                   | <b>b =2</b>  | задов                      | задов                                  |
| 12?  | 300  | 3,4                                   | 6/40                           | трубч, 500                                  | d=500  | задов                      | задов                                  |
| 13?  | 500  | 10,5                                  | 10/150                         | шахтний                                     | <b>axb</b>   | задов                      | задов                                  |
| 14?  | 690  | 10,3                                  | 10/150                         | трубч, 1000                                 | d=1000   | задов                      | задов                                  |
| 15?  | 40   | 0,7                                   | 6/80                           | шахтний                                     | <b>axb</b>   | задов                      | задов                                  |
| 16?  | 25   | 1,5                                   | 6/60                           | трубч. з/б                                  | d=1000   | незад.                     | незад.                                 |

| №<br>гідроспоруди<br>в відомості і<br>QGIS | Об'єм при НІР, тис.м <sup>3</sup> | Площа водного дзеркала<br>при НІР, га | Дані про гідротехнічні споруди |   |  | Стан гідротехнічних споруд |  |
|--|-----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|---|--|----------------------------|--|
|  |                                   |                                       | греблі<br>(ширина,<br>довжина) | тип<br>водоскиди,<br>водовипуски та<br>інше | характерний<br>розмір<br>водоскиду,<br>d, мм; b, м;<br>a x b, м <sup>2</sup> | греблі                     | водоскиду,<br>водовипуску<br>та іншого |
| 17   | 180                               | 10,0                                  | 6/40                           | шахтний +<br>сифон                          | <b>axb</b>   | задов                      | задов                                  |
| 18   | 30                                | 2,8                                   | 6/40                           | трубч.                                      | d=   | задов                      | задов                                  |
| 19   | 60                                | 3,7                                   | 6/40                           | трубч.                                      | d=   | задов                      | задов                                  |
| 20   | 283,09                            | 16,74                                 | 6/60                           | шахтний                                     | <b>axb</b>   | задов.                     | незадов.                               |
| 23?  | 50                                | 0,5                                   | 10/100                         | шахтний                                     | <b>a x b =</b>   | задов.                     | задов.                                 |
| 22?  | 8                                 | 0,6                                   | 6/50                           | шахтний                                     | <b>a x b =</b>   | задов.                     | задов.                                 |
| 25?  | 30                                | 3,0                                   | 6/50                           | обв.канал                                   | <b>b =</b>   | задов                      | задов                                  |
| 26?  | 200                               | 17,0                                  | 8/150                          | шахтний                                     | <b>axb</b>   | задов                      | задов                                  |
| 27?  | 150                               | 11,1                                  | 5/100                          | шахтний                                     | <b>axb</b>   | задов                      | задов                                  |
| 28?  | 100                               | 7,9                                   | 8/100                          | шахтний                                     | <b>axb</b>   | задов                      | задов                                  |
| 29   | 40                                | 4,0                                   | 6/50                           | шахтний                                     | <b>axb</b>   | задов                      | задов                                  |
| 31 пересох                                 | 80                                | 8,6                                   | 6/60                           | 2 труб, сталь                               | d=   | задов                      | задов                                  |
| <b>32</b>                                  | 81,97                             | 5,14                                  | 8/100                          | трубчатий                                   | d=500  | задов.                     | задов.                                 |
| <b>33</b>                                  | 81,43                             | 5,3                                   | 8/100                          | трубчатий                                   | d=500  | задов.                     | задов.                                 |
| 34   | 200                               | 4,774                                 | 6/70                           | шахтний                                     | <b>axb</b>   | задов                      | задов                                  |
| 35   |                                   | 6,0                                   |                                | трубч.                                      | d=500  | задов.                     | задов.                                 |

Розміри шахтних водоскидів не вказані. Більшість водоскидів в задовільному стані, чотири в незадовільному, один – зруйнований. Наявні типи водоскидів наведені в табл. 4.3.

Таблиця 4.3- Існуючі типи водоскидів у складі гідровузлів на досліджуваній частині р. Чаплинка

| Тип водоскидної споруди | Кількість | Стан ГТС |             |               |
|-------------------------|-----------|----------|-------------|---------------|
|                         |           | добрий   | задовільний | незадовільний |
| Перелив (труба)         | 13        |          | 10          | 3             |
| Шахтний                 | 13        |          | 11          | 2             |
| Сифонний                | 1         |          | 1           |               |
| Обвідний канал          | 3         |          | 3           |               |
| <i>Всього</i>           | <i>30</i> |          | <i>25</i>   | <i>5</i>      |

## 5 АНАЛІЗ ПРОПУСКУ МАКСИМАЛЬНИХ ВИТРАТ ВОДОСКИДАМИ В РОЗРАХУНКОВИХ СТВОРАХ

Для визначення відповідності водоскидних споруд нормативним умовам роботи в надзвичайних ситуаціях необхідно провести гідравлічні розрахунки їх та порівняти з розрахованими максимальними витратами повеней та дощових паводків.

### 5.1 Визначення пропускної здатності водоскидів ставків

Водоскидні споруди на ставках представлені шахтними водоскидами та водозливною трубою. Розрахункові схеми для їх гідравлічного розрахунку наведені на рис.5.1.

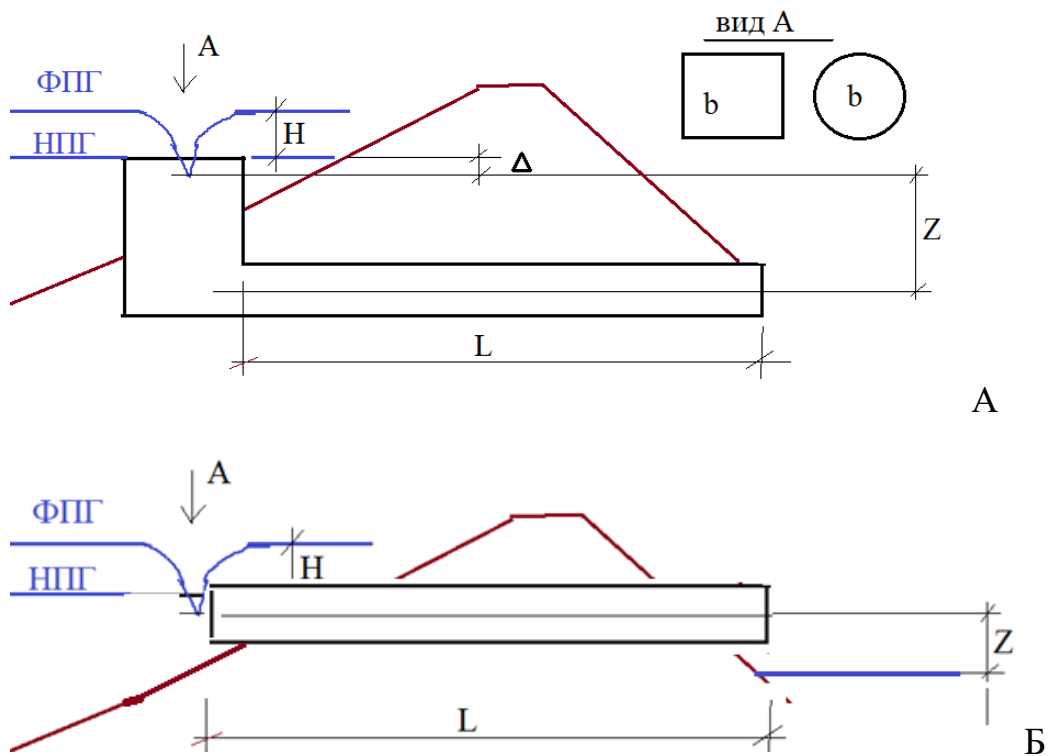


Рисунок 5.1 – Розрахункова схема до гідравлічного розрахунку водоскидів: А – шахтного, Б – переливна труба.

За умовами невідтопленої роботи шахти водоскидів необхідно, щоб запас на підтопленням ( $\Delta$ ) був більше 0,1-0,2 м, тоді низ (коловорот) воронки змиву була нижче гребня водоскиду (рівня НПГ) і підтоплення не буде.

Розрахункова формула шахтних оголовків водоскидів характерна для «перетікання води через водозливи з тонкою стінкою :

$$Q = mB^*(2g)^{0.5} H^{1.5}, \quad (5.1)$$

де:  $m$  – коефіцієнт витрати для водозливу з широким порогом,  $m=0,42-0,44$ ;

$B^*$  – периметр оголовку водоскиду, м;

$H$  –напір на гребні водозливу, м» [7].

Розрахункова формула «для відвідної труби водоскидів має вид:

$$Q = \mu\omega^*(2gZ)^{0.5}, \quad (5.2)$$

де:  $\mu$  – коефіцієнт витрати, залежить від геометричних розмірів труби (діаметра та довжини); для водоскидів в роботі змінюється в межах  $\mu = 0,61-0,64$ ;

$\omega$  – площа живого перерізу труби, м<sup>2</sup>;

$Z$  –напір на трубі, м» [7].

Результати проведення гідравлічного розрахунку зведемо в табл. 5.1, для зручності.

Таблиця 5.1 – Результати гідравлічного розрахунку водоскидів

| № гідропору в відомості і QGIS | Тип водоскиди, водовипуски та інше | Стан водоскиду (РОВР) | Діаметр відвідної труби d, м * | Розмір шахтного вхідного оголовка, м ; ширина обвідного каналу по дну, м |   | Ширина греблі, м | Довжина відвідної труби, м | Висота греблі, м | Напір для водовідвідної труби, м | Витрата відвідної труби, м <sup>3</sup> /с | Розрахована трансформована витрата Р=5%, м <sup>3</sup> /с | Походження греблі |
|--------------------------------|------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|--|---|------------------|----------------------------|------------------|----------------------------------|--|--|-------------------|
|                                |                                    |                       |                                | a  | b |                  |                            |                  |                                  |  |  |                   |
| 1                              | шахтний                            | задов                 | 2000                           | 1  | 1 | 8                | 28                         | 4                | 4,5                              | 20,86                                      | 19,68  |                   |
| 2                              | трубч. 500                         | зруйнований           | 500                            |  |   | 6                | 11                         | 1                | 1,5                              | 0,75                                       | 23,49  |                   |
| 3                              | трубч. 500                         | задов                 | 500                            |  |   | 6                | 11                         | 1                | 1,5                              | 0,75                                       |  |                   |
| 4                              | обв.канал                          | задов                 |                                |  | 4 | 10               |                            |                  | 1,5                              | 16,56                                      | 14,92  |                   |
| 5                              | шахтний                            | задов                 | 2000                           | 2  | 2 | 10               | 30                         | 4                | 4,5                              | 20,86                                      | 15,70  |                   |
| 6                              | трубчатий                          | незад                 | 500                            |  |   | 9                | 14                         | 1                | 1,5                              | 0,75                                       |  | сам               |
| 7                              | трубчатий                          |                       | 500                            |  |   | 10               | 15                         | 1                | 1,5                              | 0,75                                       |  | сам               |
| 11?                            | обв.канал                          | задов                 |                                |  | 3 | 10               | 14                         |                  | 1,5                              | 12,42                                      | 11,69  |                   |
| 12?                            | трубч, 500                         | задов                 | 500                            |  |   | 6                | 10                         |                  | 0,5                              | 0,43                                       |  | сам               |
| 13?                            | шахтний                            | задов                 | 1200                           | 2  | 2 | 10               | 45                         | 7                | 7,5                              | 9,69                                       | 9,21   |                   |
| 14?                            | трубч, 1000                        | задов                 | 1000                           |  |   | 10               | 20                         | 2                | 2,5                              | 3,89                                       |  | сам               |
| 15?                            | шахтний                            | задов                 | 1000                           | 1  | 1 | 6                | 26                         | 4                | 4,5                              | 5,21                                       | 7,26   |                   |
| 16?                            | трубч. з/б                         | незад.                | 1000                           |  |   | 6                | 16                         | 2                | 2,5                              | 3,89                                       |  | сам               |
| 17                             | шахтний                            | задов                 | 1000                           | 1  | 1 | 6                | 26                         | 4                | 4,5                              | 5,21                                       | 5,25   |                   |
| 18                             | трубч.                             | задов                 | 500                            |  |   | 6                | 11                         | 1                | 1,5                              | 0,75                                       | 4,27   |                   |
| 19                             | трубч.                             | задов                 | 500                            |  |   | 6                | 11                         | 1                | 1,5                              | 0,75                                       |  |                   |
| 20                             | шахтний                            | незадов               | 1000                           | 2  | 1 | 6                | 26                         | 4                | 4,5                              | 5,21                                       |  |                   |



| № гідроспоруди в відомості і QGIS | Тип водоскиди, водовипуски та інше | Стан водоскиду (РОВР) | Діаметр відвідної труби d, м * | Розмір шахтного оголовка, м : |   | Ширина гребеня, м | Довжина відвідної труби, м | Висота греблі, м | Напір для водовідвідної труби, м | Витрата відвідної труби, м <sup>3</sup> /с | Розрахована трансформована витрата P=5%, м <sup>3</sup> /с | Походження греблі |
|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|-------------------------------|---|-------------------|----------------------------|------------------|----------------------------------|--|--|-------------------|
|                                   |                                    |                       |                                | a                             | b |                   |                            |                  |                                  |  |  |                   |
| 23?                               | шахтний                            | задов.                | 700                            | 1                             | 1 | 10                | 30                         | 4                | 4,5                              | 2,55                                       |  |                   |
| 22?                               | шахтний                            | задов.                | 700                            | 1                             | 1 | 6                 | 21                         | 3                | 3,5                              | 2,25                                       |  |                   |
| 25?                               | обв.канал                          | задов                 |                                |                               | 1 | 6                 | 10                         |                  | 1                                | 3,29                                       |  |                   |
| 26?                               | шахтний                            | задов                 | 1000                           | 1                             | 1 | 8                 | 23                         | 3                | 3,5                              | 4,60                                       | 7,97   |                   |
| 27?                               | шахтний                            | задов                 | 1000                           | 1                             | 1 | 5                 | 20                         | 3                | 3,5                              | 4,60                                       | 11,95  |                   |
| 28?                               | шахтний                            | задов                 | 1000                           | 1                             | 1 | 8                 | 28                         | 4                | 4,5                              | 5,21                                       | 15,40  |                   |
| 29                                | шахтний                            | задов                 | 700                            | 1                             | 1 | 6                 | 21                         | 3                | 3,5                              | 2,25                                       |  |                   |
| 31 пересох                        | 2 труб, сталь                      | задов                 | 750                            |                               |   | 6                 | 16                         | 2                | 2,5                              | 2,19                                       |  |                   |
| 32                                | трубчатий                          | задов.                | 500                            |                               |   | 8                 | 13                         | 1                | 1,5                              | 0,75                                       | 12,20  |                   |
| 33                                | трубчатий                          | задов.                | 500                            |                               |   | 8                 | 23                         | 3                | 3,5                              | 1,15                                       | 14,16  |                   |
| 34                                | шахтний                            | задов                 | 1200                           | 1                             | 2 | 6                 | 21                         | 3                | 3,5                              | 6,62                                       |  |                   |
| 35                                | трубч.                             | задов.                | 500                            |                               |   | 6                 | 11                         | 1                | 1,5                              | 0,75                                       |  |                   |

## 5.2 Аналіз пропуску максимальних витрат водоскидами в каскаді гідроспоруд на р. Чаплинка

Аналіз пропуску максимальних витрат через водоскиди каскаду гребель на р. Чаплинка можна провести за різними напрямками (критеріями). А саме –

за нормативними вимогами пропуску за ДБН, за аналізом формування пропускної здатності по основному водотоку.

Відмітимо особливість формування максимальних витрат на водозборі – це, як правило, зменшення розрахункової трансформованої витрати по течії. Це пов'язано з тим, що перші (верхні) ставки сприймають на себе «основний удар» стоку особливо дощового паводку. А нижче розташовані ставки враховують регулюючу ємкість вище розташованих і тим самим максимальні трансформовані витрати, як правило, зменшуються. В той же час вірогідність формування максимальних витрат відповідної забезпеченості в кінцевих створах суттєво нижче ніж в каскаді ставків основного русла. Тому іншим питанням є пропускна здатність водоскидів по основному руслу. Для такого аналізу розглянемо «лінію» водоскидів по розрахунковим створам в основному руслі, а саме створи (розташовані за течією) (див. рис.2:4).

$$b_{17} - b_{16} - b_{14} - b_{13} - b_{12} - b_{11} - b_{10} - b_9 - b_8 - b_7 - b_6 - b_5 - b_4 - b_1.$$

Необхідно відмітити, що перемички в руслі (греблі) в створах  $b_{16}$ ,  $b_{12}$ ,  $b_{10}$ ,  $b_9$ ,  $b_8$ ,  $b_7$ , та  $b_6$  (рис.5.2) по суті є «ініціативою» громад, які живуть вздовж річки, тому у їх складі відсутні капітальні водоскидні споруди. Як правило це переливні труби невеликого діаметру (500-700мм), практично з відсутнім перепадом рівнів в б'єфах. Ці перемички слугують переїздом через річку і не відповідають елементарним вимогам, що висувають до водопропускних споруд.

З аналізу пропускної здатності вказаних водоскидних споруд із табл. 5.1 видно, що їх пропускна здатність в рази менша за нормативну витрату – трансформований стік 5%-вої забезпеченості. Це свідчить про те, що при наявності «великої води» такі перемички будуть пропускати воду через гребінь, що неминуче призведе до їх руйнування.

В той же час в створах де влаштовані капітальні водоскидні ГТС і створені ставки мають значну різницю рівнів в б'єфах (3-5 м), гідравлічні розрахунки показали практично відповідність їх до пропуску витрати максимального стоку за основним розрахунковим випадком (5%).

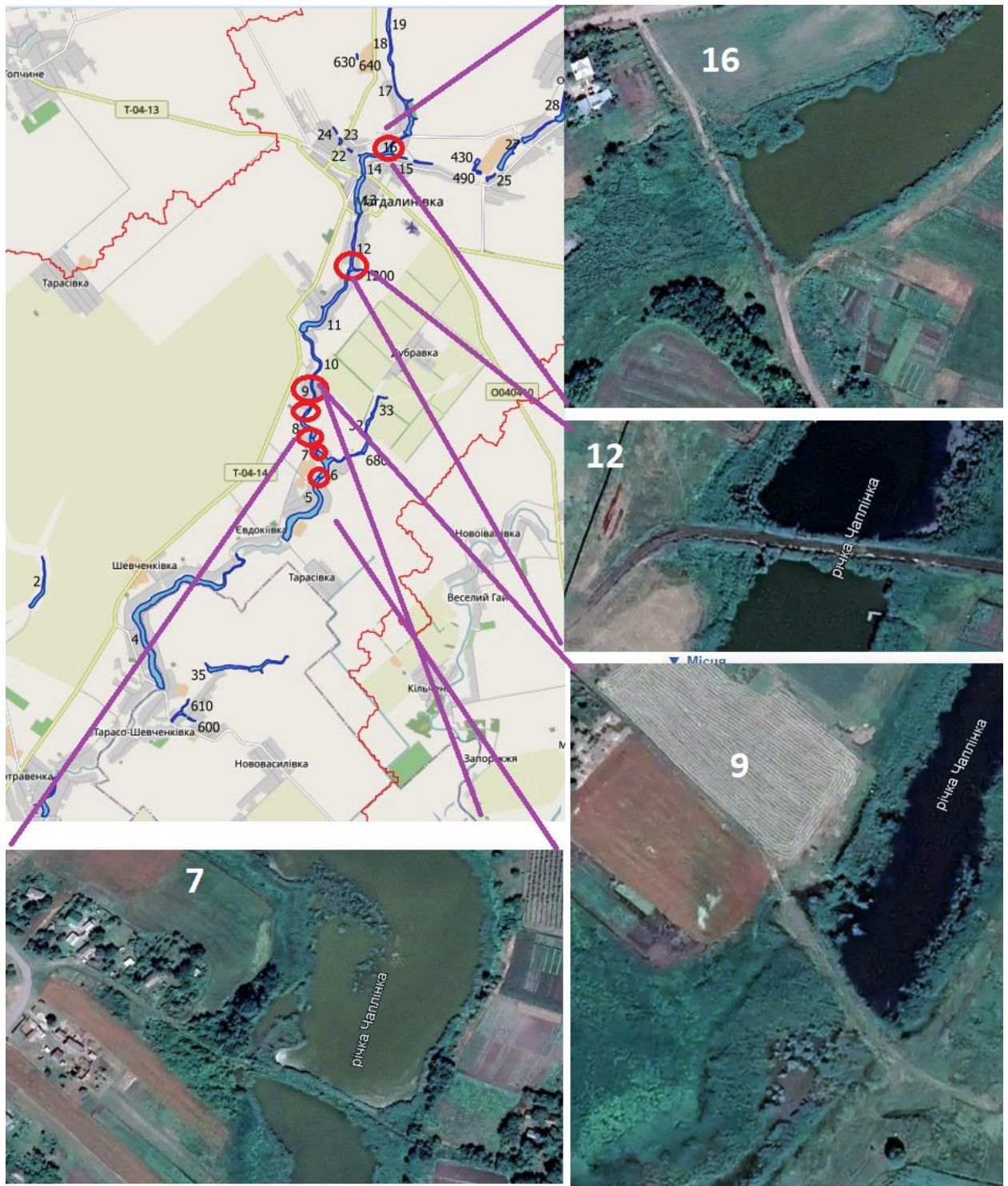


Рисунок 5.2 – Перемички русла Чаплинка

Таким чином, за результатами гідравлічного розрахунку водоскидних споруд на каскаді ставків в верхній частині водозбору р. Чаплинка можна зробити висновок:

- Пропускна здатність більшості водоскидів не відповідає нормативним вимогам – пропуску трансформованої ставками максимальної витрати повені чи дощового паводку 5%-вої забезпеченості;
- Водоскиди перших до верхів'я часткових водозборів «дуже» недостатні для пропуску максимальних витрат - це створи  $b_2$ ,  $b_{18}$ ,  $b_{19}$ ,  $b_{20}$ ,  $b_{27}$ ,  $b_{28}$ , та  $b_{32}$  і  $b_{35}$  . Тут пропускна здатність водоскидів в рази менше розрахункової.
- Капітальні водоскидні споруди по основному руслу р. Чаплинка, які будувались за розробленими робочими проектами , в основному, відповідають вимогам пропуску максимальних витрат – це створи  $b_1$ ,  $b_4$ ,  $b_5$ ,  $b_{11}$ ,  $b_{13}$ , та  $b_{17}$ ;
- Перемички в руслі (греблі) в створах  $b_{16}$ ,  $b_{12}$ ,  $b_{10}$ -,  $b_9$ ,  $b_8$ ,  $b_7$ , та  $b_6$  (рис.5.2) по суті побудовані за «ініціативою» місцевих громад, тому у їх складі відсутні капітальні водоскидні споруди - це переливні труби-переїзди невеликого діаметру (500-700мм). Ці перемички слугують переїздом через річку і не відповідають елементарним вимогам, що висувають до водопропускних споруд. При проходженні надзвичайних витрат води піде поверх перемичок .
- Розрахунками також встановлено, що всі водоскиди в каскаді гребель не придатні для пропуску перевірочних витрат максимального стоку дощу чи повені, яка для гідротехнічних водоскидних споруд класу наслідків (відповідальності) СС1 прийнята за нормами 1%-вої забезпеченості.

## **6 АНАЛІЗ ДОТРИМАННЯ ВИМОГ ЩОДО МЕЖ ВОДООХОРОННИХ ЗОН, ПРИБЕРЕЖНИХ ЗАХИСНИХ СМУГ**

Водною стратегією України на період до 2025 р. визначені основні проблеми водних ресурсів в державі [12]. До основних з них відносяться: « природний дефіцит водних ресурсів, а також їх нерівномірний розподіл по території та в часі; виснаження водних ресурсів внаслідок великого обсягу водозабору для господарських потреб; значний обсяг забруднювальних речовин, що надходять у річки внаслідок скидів і площинного змиву; надмірне регулювання річкового стоку, що спричиняє додаткові втрати води на випаровування, уповільнення водообміну і, як наслідок, погіршення якості води і деградації русел» [12]. Саме остання в списку проблема якнайбільше стосується р. Чаплинка і її екологічного стану.

Тому в роботі проведемо оцінку дотримання вимог щодо меж водоохоронних зон (ВЗ) та прибережних захисних смуг (ПЗС).

### **6.1 Нормативні вимоги до встановлення меж водоохоронних зон та прибережних захисних смуг для водних об'єктів**

Мінімальні розміри водоохоронних зон «зазначаються в документації із землеустрою, кадастрових планах земельних ділянок, а також у містобудівній документації, відповідно до ст. 60 ЗКУ» [36]. Їх межі встановлюють під час розробки робочого проекту.

Нормами встановлені внутрішня і зовнішня межа водоохоронних зон. Внутрішня межа водоохоронних зон водних об'єктів (ставків та водосховищ) визначена від урізу води при форсованому підпірному горизонті. Останній встановлюється за умови непереливу води через гребінь греблі. Зовнішня межа ВЗ прив'язується до ситуації на місцевості - існуючих контурів

сілськогосподарських полів, автомобільних та залізничних шляхів, природних агроценозів: ліси, лісосмуги, балки, яри, водно-болотні угіддя, тощо. Як правило її «межу визначає найбільш віддалена від водного об'єкта лінія» [36].

Так «мінімальна межа водоохоронних зон за межами населених пунктів встановлюється : для боліт та малих річок - 100 м; для ставків - 200 м» [13].

Відповідно до сучасного бачення в населених пунктах мінімальна межа встановлюється на місцевості з врахуванням забудови, яка історично склалася, прилеглих до забудови присадибних ділянок, виділених у приватну власність у відповідності з картами земельного кадастру і документацією із землеустрою [36, п.2.3.13].

Іншою важливою ланкою захисту водних ресурсів є встановлення прибережних захисних смуг. Їх встановлюють з загальною метою комплексної охорони водних об'єктів від забруднення та збереження водності.

Відповідно до рекомендацій «Внутрішня межа прибережних захисних смуг суміщується з внутрішньою такою ж межею водоохоронних зон. Зовнішня межа прибережних захисних смуг встановлюється шляхом відліку фіксованих лінійних розмірів від внутрішньої межі у відповідності з нормами статті 88 ВКУ, без розроблення спеціальних проектів із землеустрою» [36, п.3.2.2]. «ПЗС за межами населених пунктів встановлюються по обидва береги річок та навколо водойм шириною: - для малих річок та ставків площею водного дзеркала до 3 гектарів - 25 метрів; - для ставків площею водного дзеркала понад 3 гектари та для боліт – 50 метрів» [36, п.3.2.3]. «В межах населених пунктів ширина прибережної захисної смуги, встановлюється за проектами землеустрою, відповідно до існуючих умов забудови та з урахуванням містобудівної документації» [36, п.3.2.11].

Для досліджуваної річки необхідно розглянути випадок як в межах населеного пункту, так і випадок поза межами.

На жаль в період підготовки роботи був закритий доступ до кадастрової карти України [40], тому матеріали землекористування не використали для виділення ПЗС та ВЗ.

Дослідження для виділення в роботі ПЗС та ВЗ провели за допомогою ГІС QGIS, де створені шари пов'язані з межами видів господарювання: меж забудови, сільськогосподарського використання земель (рис.6.1). При розробці цих шарів використали картографічні сервіси, а саме: ESRI World Imagery вбудований в QGIS та Google Earth [1]. Ширина ПЗС для ставків площею водного дзеркала більше 3 га та боліт, відповідно до вимог [13], прийнята 50 м. Побудова ПЗС виконана з використанням функції «Буфер» меню «Вектор» для шару ставків. Як приклад показана на рис. 6.1 частина річища Чаплинки в межах південної околиці селища Магдалинівка.

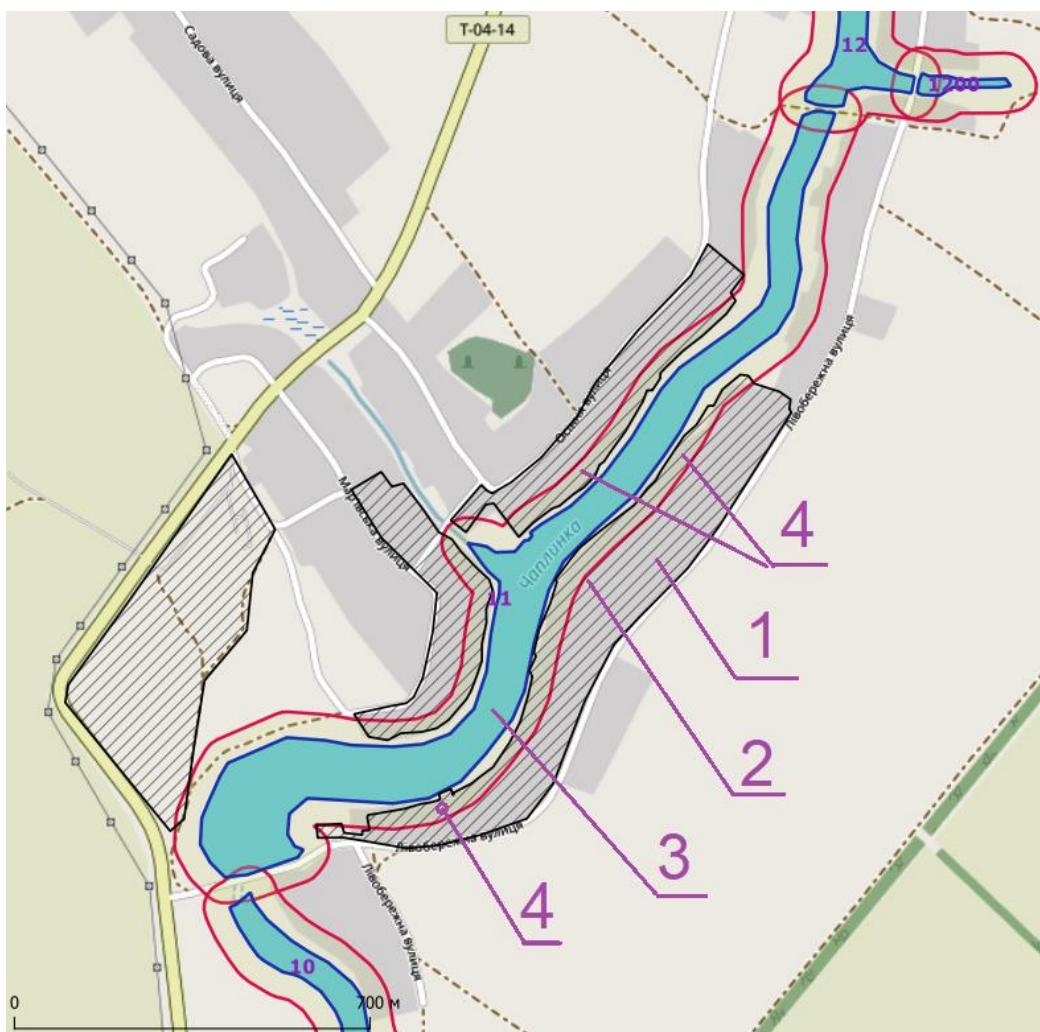


Рисунок 6.1 – Прибережна захисна смуга на частині р. Чаплинка в межах сел. Магдалинівка

Забудова та сільськогосподарське використання (на рис. 6.1 - №1) ПЗС (2) ставків (3) розповсюджено скрізь в населених пунктах вздовж річки. Зона перекриття ПЗС (4) сільськогосподарським використанням значна. Подекуди обробка городів здійснюється впритул до побутового рівня води в ставках (рис.6.2).



Рисунок 6.2 – Приклади сільськогосподарського використання земель ПЗС в околицям селю Магдалинівка



Рисунок 6.3 – Інтенсивне сільськогосподарське використання ПЗС р. Чаплинка



Подекуди спостерігаємо інтенсивне сільськогосподарське використання ПЗС р. Чаплинка (рис.6.3) – розпахано до урізу води!!

За даними РОВР у Дніпропетровській області на сьогодні для досліджуваних водних об'єктів відведено земель як ПЗС всього 144,9 га (див табл.2.1). Розробка цих проектів виділення ПЗС, як правило, оплачена орендарями ставків, і в умовах оренди є вимога в дотриманні особливого режиму господарювання на берегах ставків.

Розрахована площа ПЗС визначена в ГІС за використання полігонального шару водних об'єктів та обробку його в калькуляторі растрів. Площу визначили за периметром берегової лінії ставків та нормативною шириною ПЗС в залежності від площі водного дзеркала ставка (табл.6.1).

Таблиця 6.1 – Площа прибережних захисних смуг на досліджуваних водних об'єктах

| № ставка на плані (QGIS) | Площа водного дзеркала, га | Периметр берегової лінії, м | Розрахована площа ПЗС, га | Площа ПЗС за даними РОВР, га |
|--------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------------|
| 1                        | 8,911                      | 2454                        | 12,27                     |                              |
| 2                        | 7,19                       | 2893                        | 14,47                     | 17,52                        |
| 3                        | 3,547                      | 1537                        | 7,69                      | 9,40                         |
| 4                        | 64,698                     | 11906                       | 59,53                     | 33,98                        |
| 5                        | 28,182                     | 4519                        | 22,60                     | 13,18                        |
| 6                        | 14,081                     | 3610                        | 18,05                     | 6,74                         |
| 7                        | 4,966                      | 1021                        | 5,11                      | 3,40                         |
| 8                        | 6,695                      | 1948                        | 9,74                      |                              |
| 9                        | 3,59                       | 1698                        | 8,49                      |                              |
| 10                       | 7,026                      | 2864                        | 14,32                     |                              |
| 11                       | 18,38                      | 4561                        | 22,81                     |                              |
| 12                       | 7,629                      | 3280                        | 16,40                     |                              |
| 13                       | 10,956                     | 2256                        | 11,28                     |                              |
| 14                       | 12,37                      | 4231                        | 21,16                     |                              |
| 15                       | 1,305                      | 1001                        | 2,50                      |                              |
| 16                       | 1,137                      | 600                         | 1,50                      |                              |
| 17                       | 11,318                     | 4534                        | 22,67                     |                              |
| 18                       | 4,163                      | 1840                        | 9,20                      |                              |
| 19                       | 4,758                      | 1745                        | 8,73                      |                              |

| № ставка на плані (QGIS) | Площа водного дзеркала, га | Периметр берегової лінії, м | Розрахована площа ПЗС, га | Площа ПЗС за даними РОВР, га |
|--------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------------|
| 20                       | 4,703                      | 2306                        | 11,53                     | 21,37                        |
| 22                       | 0,455                      | 357                         | 0,89                      |                              |
| 23                       | 0,96                       | 530                         | 1,33                      |                              |
| 24                       | 0,38                       | 449                         | 1,12                      |                              |
| 25                       | 1,191                      | 711                         | 1,78                      |                              |
| 26                       | 7,893                      | 2083                        | 10,42                     |                              |
| 27                       | 5,683                      | 2100                        | 10,50                     |                              |
| 28                       | 6,001                      | 2020                        | 10,10                     |                              |
| 32                       | 4,395                      | 1617                        | 8,09                      | 8,88                         |
| 33                       | 3,987                      | 2142                        | 10,71                     | 9,77                         |
| 34                       | 6,859                      | 2565                        | 12,83                     | 16,69                        |
| 35                       | 7,515                      | 2525                        | 12,63                     | 4,00                         |
| Всього                   |                            | 77903                       | 380,40                    | 144,93                       |

При загальній довжині берегової лінії всіх 35 водних об'єктів в 78 км за розрахунками необхідно виділити 380 га ПЗС, що в 3 рази більше за площу дійсно відведених ПЗС.

Таким чином очевидно значне використання ПЗС в інтенсивному виробництві сільськогосподарської продукції не відповідає вимогам до господарської діяльності на ПЗС і є однією з першопричин деградації річки в умовах змін клімату.

## **6.2 Обґрунтування меж та розмірів водоохоронних зон на досліджуваній частині р. Чаплинка**

При визначенні меж водоохоронних зон необхідно керуватись Водним Кодексом України [13]. «Розрахунок ширини водоохоронної зони (ВЗ) проводять за визначення оптимальної ширини смуги, що повністю перехопить поверхневий схиловий стік» [36]. Враховує методика перехід від еталону до натурних існуючих умов. Ширину ВЗ визначають за формулою

$$ВЗ = С_p + Л_p, \quad (6.1)$$

«де  $S_p$  – ширина смуги від середньомеженого рівня води до межі можливого затоплення, забезпеченістю 1% - що повторюється раз на сто років, та приймається не меншою 100 м;

$L_p$  – ширина водоохоронної зони від межі можливого затоплення, забезпеченістю 1% \*раз на 100 років), до зовнішньої межі водоохоронної зони»[36].

Складова  $L_p$  визначається за формулою

$$L_p = L_0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6 \pm L_i \quad (6.2)$$

«де  $L_0$  – ширина водоохоронної зони еталона в середніх умовах, м;

$K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6$  – коефіцієнти переходу до існуючих умов;

$L_i$  – поправка до ширини  $L_p$ , що враховують зміну крутості схилу, м» [36]

Відповідно до методичних рекомендацій [36] всі складові для досліджуваного водозбору р. Чаплинка мають значення:

Ширина еталонної водоохоронної зони для умов земельних угідь – «рілля вздовж схилу, багаторічні перелоги під випасом, цілина» становить при крутості схилів близько  $2^\circ$ , середньосуглинистих ґрунтах, для східної експозиції (лівий берег р. Чаплинка)  $L_0 = 4220$  м; для західної експозиції (правий берег р. Чаплинка)  $L_0 = 5250$  м;

Коефіцієнти переходу параметрів стоку, відповідно до рекомендацій, «становлять:

- від середньобагаторічного максимуму схилового стоку до стоку розрахункової 1% забезпеченості, визначається з врахування варіації стоку і дорівнює для степу -  $K_1=0,9$ ;
- від миттєвого максимуму весняної повені до середньодобового буде залежати від площі водозбору і для Степу в середньому –  $K_2=0,25$ ;
- від листяного лісу до безлісного схилу  $K_3=2,5$ ;
- від супіщаних до середньосуглинкових за механічним складом ґрунтів  $K_4=1,5$ ;

- від північної експозиції до інших експозицій К5 – буде різний, так як експозиція схилів різна, і знаходиться в межах 0,8-1,2;
- від вкритого лісом схилу до безлісного схилу при оранці впоперек схилу К6=1,6» [36].

Величина поправки до ширина  $L_p$ , що враховує зміну крутості схилу в порівнянні з еталоном ( $2,5^\circ$ )  $L_i$  визначається за формулою:

$$L_i = 0,27 \times L_p \times I \quad (6.3)$$

«де 0,27 – коефіцієнт, що визначений за середніми даними зміни коефіцієнта весняного схилового стоку у багатоводні роки;

$L_p$  – ширина водоохоронної зони визначена за формулою (6.2) без урахування  $L_i$ ;

$I$  – різниця у градусах між фактичним нахилом схилу та  $2,5^\circ$ » [36], становить  $-1,5^\circ$  яку визначаємо за морфологічним аналізом рельєфу водоохоронної зони в ГІС (рис.6.4). Середній похил на дослідній ділянці ВЗ в межах сел. Магдалинівка (червоний контур) становить  $1,0^\circ$ .

Таким чином складова  $L_p$  для західного (правого) берега складе

$$L_p = 5250 * 0,9 * 0,25 * 2,5 * 1,5 * 0,9 = 3990 \text{ м.}$$

Тоді ширина водоохоронної зони дорівнює

$$ВЗ_{пр} = 3990 + 0,27 \times 3990 \times (-1,5) = 2370 \text{ м.}$$

Для лівого берега аналогічно:

$$L_p = 4220 * 0,9 * 0,25 * 2,5 * 1,5 * 0,9 = 3200 \text{ м.}$$

$$ВЗ_{л} = 3200 + 0,27 \times 3200 \times (-1,5) = 1900 \text{ м}$$

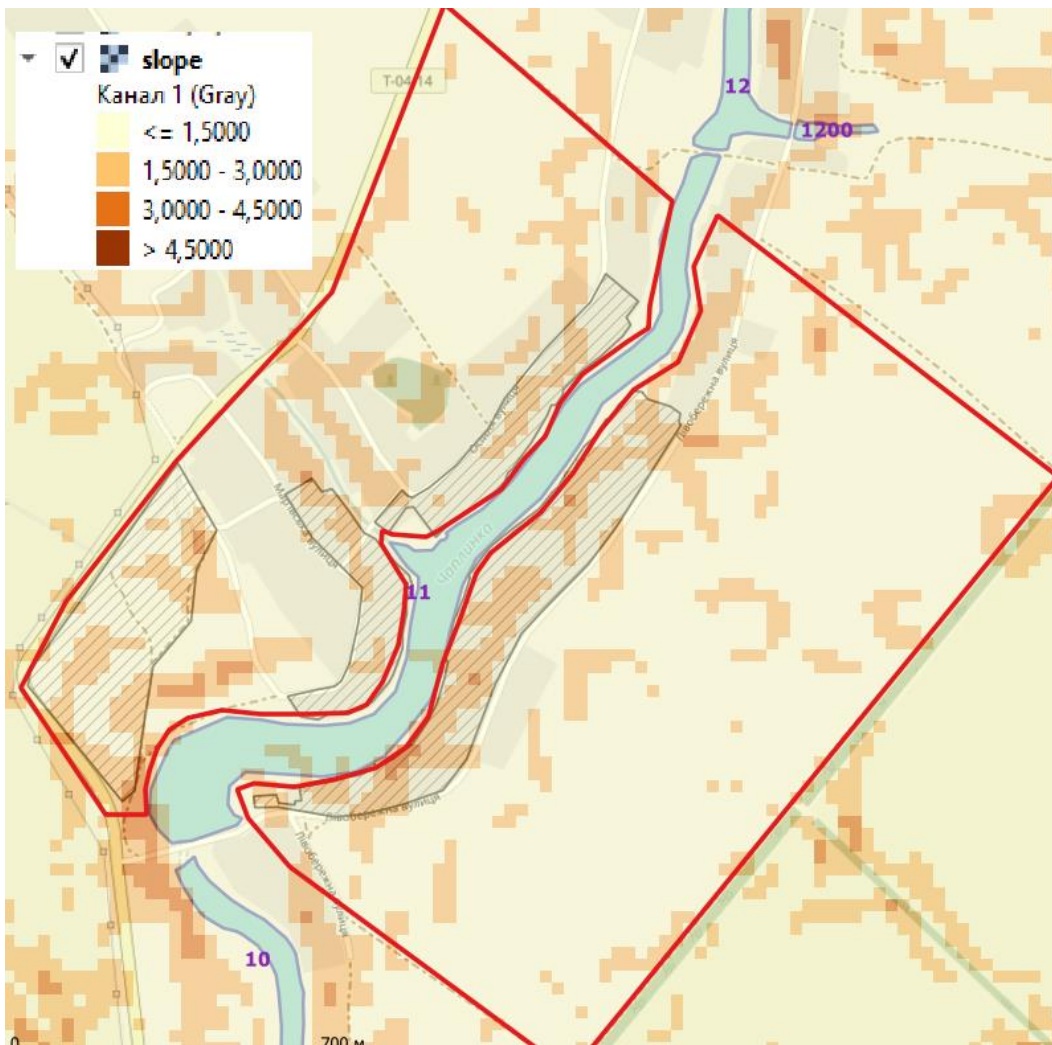


Рисунок 6.4 – Визначення похилу схилу р. Чаплинка в водоохоронній зоні (QGIS)

На рис.6.5 наведена розрахована межа водоохоронної зони для водних об'єктів на р. Чаплинка.

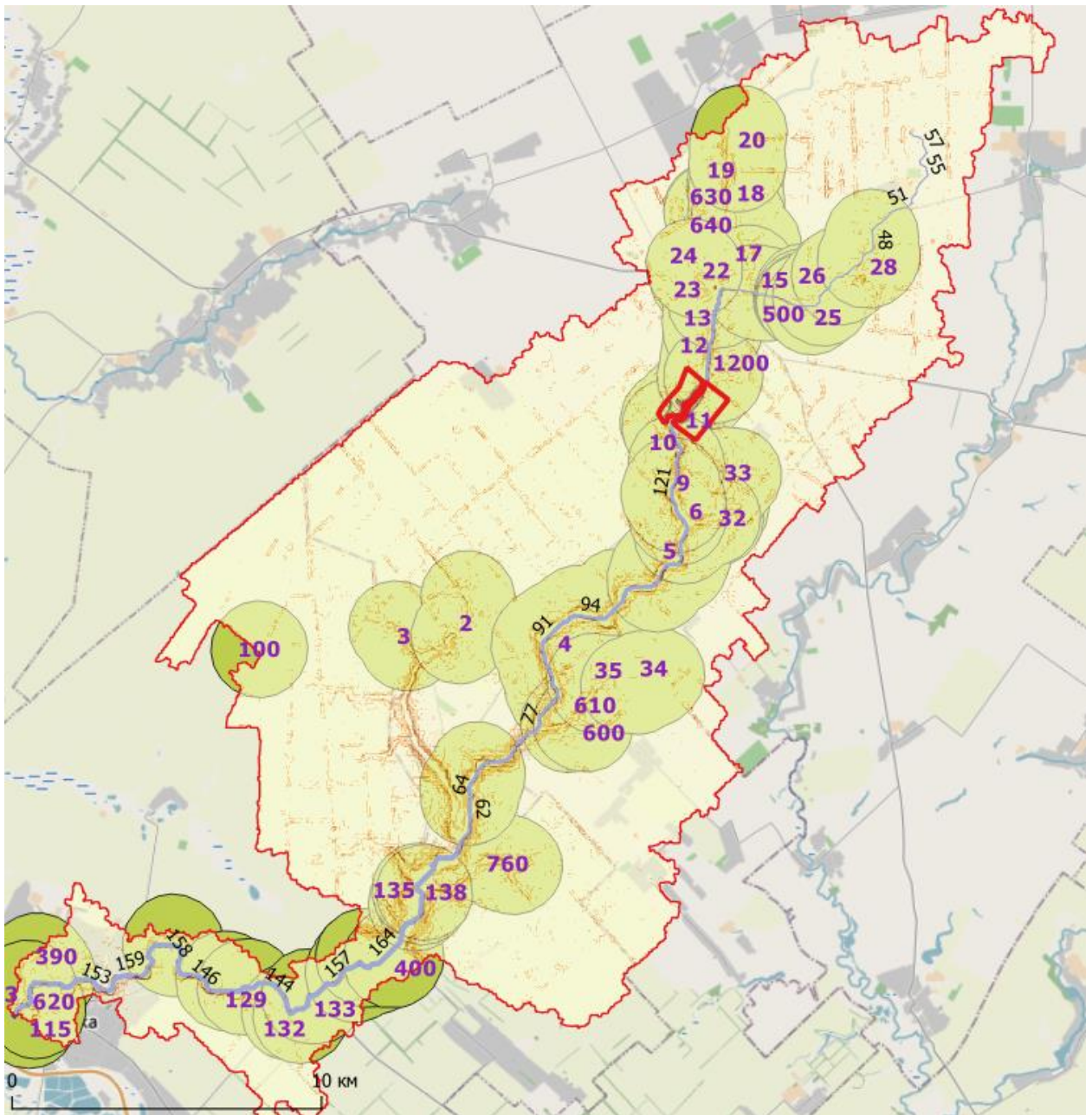


Рисунок 6.5 – Розраховані межі водоохоронної зони для водних об'єктів на р. Чаплинка

Враховуючи значну ступінь використання земель під рілля на водозборі Чаплинки, для виділення ВЗ необхідно розробляти землевпорядні проекти з врахуванням наявного землекористування. Тому в розрахункову схему необхідно вносити зміни в межі ВЗ.

### **6.3 Рекомендовані заходи щодо режиму господарської діяльності на прибережних ділянках річки Чаплинка**

Всім відомі проблеми використання земель водного фонду на малих річках України. Не виключенням є і річка Чаплинка. В п. 6.1 показані окремі випадки порушення чинного законодавства України щодо використання земель водного фонду, і ці випадки повсюдні.

З одного боку – це система землекористування, яка склалася в приватному секторі, з іншого – це відсутність роботи органів самоврядування щодо впровадження елементарних дій нормативного користуванні ВЗ і особливо ПЗС, проведення роз'яснювальної роботи та робіт з моніторингу використання земель водного фонду.

Відповідно до Водного кодексу України [13] «на землях ПЗС та ВЗ необхідно обмежити любую господарчу діяльність окрім гідротехнічного та рекреаційного будівництва».

Ці обмеження, які визначені як «режим регульованої господарської діяльності встановлюється в межах водоохоронних зон річок та водойм і передбачає перелік заборон, визначених статтею 87 Водного кодексу України». Коротко про ці заборони, «не можна:

- 1) використання стійких та сильнодіючих пестицидів;
- 2) внесення добрив з використанням авіації;
- 3) влаштування кладовищ, могильників худоби, звалищ сміття, полів фільтрації, накопичувачів рідких і твердих відходів виробництва, сховищ добрив і пестицидів,
- 4) влаштування території для захоронення відходів виробництва;
- 5) розміщення та експлуатація складів нафтопродуктів;
- 6) влаштування хвостосховищ та накопичувачів стічних вод від тваринницьких ферм і комплексів,
- 7) дозволяється тільки санітарна рубка дерев і чагарників» [13].

Річка Чаплинка відноситься до малих річок (площа до 2000 км<sup>2</sup>), тому для таких водних об'єктів висувають ще інші вимоги та заборони.

Зокрема в «Методичних рекомендаціях...» [36] вказано про них: «змінювати рельєф басейну річки; руйнувати русла пересихаючих річок та струмків; випрямляти русла річок та струмків та поглиблювати їх дно нижче природного рівня або перекивати їх без улаштування водостоків, перепусків чи акведуків», також там же викладені додаткові вимоги щодо збереження природних агроценозів «...зменшувати природний рослинний покрив і лісистість басейну річки; розорювати заплавні землі та застосовувати на них засоби хімізації; проводити осушувальні меліоративні роботи на заболочених ділянках та урочищах у верхів'ях річок» і вимоги щодо господарювання «...надавати земельні ділянки у заплавах річок під будь-яке будівництво (крім гідротехнічних, гідрометричних та лінійних споруд), а також для садівництва та городництва; здійснювати інші роботи, що можуть негативно впливати чи впливають на водність річки та струмка і якість води в них» [36].

Законами та підзаконними актами в Україні передбачено обмеження прав власників земельних ділянок і землекористувачів щодо видів та інтенсивності господарчої діяльності. Зокрема, відповідно до статті 87 Водного кодексу України [13] «.. вздовж річок, морів та навколо озер, водосховищ та інших водойм, де встановлюються водоохоронні зони та прибережні захисні смуги, зовнішня межа яких визначається за спеціально розробленими проектами». Метою влаштування водоохоронних зон, відповідно до кодексу «...є захист водних об'єктів від забруднення, засмічення, збереження їх водності та запобігання руйнування берегів річок, струмків, каналів, ставків».

Також, відповідно до статті 111 Земельного кодексу України «відомості про обмеження у використанні земель зазначаються у схемах землеустрою і техніко-економічних обґрунтуваннях використання та охорони земель адміністративно-територіальних одиниць», також обмеження вводять



в низку проектів спеціального напрямлення, а саме «... проектах землеустрою щодо організації і встановлення меж водоохоронних зон, обмежень у використанні земель та їх режиму утворюючих об'єктів, проектах землеустрою еколого економічного обґрунтування сівозміни, проектах землеустрою впорядкування угідь, відведення земельних ділянок». Обмеження повинні бути враховані в «... технічній документації із землеустрою щодо встановлення (відновлення) меж земельної ділянки в натурі (на місцевості)».

Також, відповідно до статті 87 Водного кодексу України [13] «..контроль за створенням водоохоронних зон і прибережних захисних смуг, а також за додержанням режиму використання їх територій здійснюється виконавчими комітетами сільських, селищних, міських рад і центральним органом виконавчої влади». Ці владні структури повинні, відповідно до вказаної статті «...реалізовувати державну політику із здійснення державного нагляду (контролю) у сфері охорони навколишнього природного середовища, раціонального використання, відтворення і охорони природних ресурсів». Виконавчі комітети сільських, селищних, міських рад зобов'язані, в рамках реалізації ОВД чи проведення роз'яснювальної роботи «... доводити до відома населення, всіх заінтересованих організацій рішення щодо меж водоохоронних зон і прибережних захисних смуг, а також водоохоронного режиму, який діє на цих територіях» [13].

То ж для покращення умов існування річки Чаплинка на досліджуваній території необхідно провести величезну роботу з реорганізації землекористування хоча б в межах ПЗС на забудованій території.

Очевидно сьогодні не ведеться облік земель водного фонду (водоохоронних зон та прибережних захисних смуг). Особливо в межах населених пунктів це ускладнює внесення обмежень в господарській діяльності, контроль за ним, внесення до кадастру, і особливо виконання відповідних зобов'язань власниками земельних ділянок, а також агрофірмами -землекористувачами ділянок земель водного фонду на яких є обмеження. Це

також суперечить реалізацію Директиви 91/676/ЄЕС стосовно охорони вод від забруднення.

Тому, в першу чергу, при розробці водоохоронних заходів від забруднення, є встановлення обмежень у господарському використанні земель сільськогосподарського призначення. В роботі економістів [18] відмічено, що «..при встановленні обмежень у використанні земель, які формуються в процесі землеустрою, повинна обов'язково міститися така інформація: — графічне відображення місця розташування водоохоронних зон, прибережних смуг та зон, які мають вплив на забруднення вод; — реєстр (перелік) таких об'єктів і зон; — експлікацію земель водоохоронних зон, прибережних смуг та зон, які впливають на забруднення вод; — зміст прав з обмеженого використання земель; — пропозиції щодо організації, використання й охорони таких земель у межах водоохоронних зон, прибережних смуг та зон, які мають вплив на забруднення вод».

Тому дії щодо охорони вод від забруднення повинні вестись з врахуванням вищенаведеної інформації при розробці проектів землеустрою, або при введенні обмежень на господарську діяльність .

Всі ці вимоги стосуються території водозбору р. Чаплинка.

Виходячи з інвентаризаційних відомостей про водні об'єкти на р. Чаплинка РОВР у Дніпропетровській області , на досліджуваній території в оренді знаходяться тільки 2 ставка. Решта на балансі держави та територіальних громад. Тому необхідно провести роботи з виділення ПЗС та ВЗ шляхом встановлення відповідних знаками та межами, проведення роз'яснювальної роботи серед місцевого населення, встановлення інформаційних табличок про недопущення недозволеної господарської діяльності та провести роз'яснювальну роботи з представниками місцевого самоврядування.

Реалізувати програму моніторингу прибережної смуги річки в рамках земель приватної власності та провести примусове виведення її з

інтенсивного сільськогосподарського використання хоча б в мінімальних розмірах – шириною 25-30 м.

Розробити та реалізувати заходи по відтворенню природних агроценозів на цих смугах.

Провести роботи по створенню мулофільтрів, залісення та залуження земель ПЗС там де це необхідно і де такі мулофільтри відсутні.

## ВИСНОВКИ

В магістерській роботі розглянута тема обґрунтування стану водоскидних гідротехнічних споруд у складі каскаду гідровузлів на річці Чаплинка, притоки Орілі, водозбір якої повністю знаходиться в межах Дніпропетровської області.

Предметом дослідження були наявні в басейні р. Чаплинка штучні водні об'єкти (ставки, водосховища) та гідротехнічні водоскидні та водоспускні споруди у складі гідровузлів.

Висновки є результатом проведених досліджень, інженерних розрахунків. Їх можна узагальнити так:

1. Аналізу довідникової, навчальної, нормативної літератури надав змогу узагальнити природно-кліматичні умови в басейні р. Чаплинка. Велику увагу приділено визначенню приходних складових водного балансу (опаді, сніг) як основних факторів формування максимального стоку, а також надані геологічні, гідрологічні та морфологічні особливості досліджуваної частини басейну річки Чаплинка.

2. Розглянуті наслідки реалізації проекту «покращення гідрологічного режиму річки» в її гирловій частині.

3. Узагальнена гідрологічна вивченість річки. Побудована гідрографічна мережа р. Чаплинка за використання он-лайн картографічних сервісів ESRI World Imagery, обробка геоданих проведена в ГІС QGIS, Надана оцінка гідрологічної та гідрометричної вивченості водозбору р. Чаплинка.

4. Узагальнені дані інвентаризаційних відомостей водних об'єктів Регіонального офісу водних ресурсів у Дніпропетровській області, які послужили вихідними даними для оцінки стану та пропускну здатності водоскидних споруд.

5. Виділено 14 створів для дослідження умов формування максимального стоку на часткових водозборах на яких розташовано 35 водних об'єктів.

6. Для часткових водозборів (виділених створів) розраховані значення річного стоку роки різної водності (забезпеченості від 1% до 99%). Зокрема, норма стоку для нижнього розрахункового створу (b1) на р. Чаплинка склала 0,141 м<sup>3</sup>/с, а відповідний об'єм річного стоку – 4,5 млн.м<sup>3</sup>.

7. Гідрологічними розрахунками, як для випадку відсутності спостережень за режимом стоку, визначені параметри максимального стоку весняного водопілля та дощового паводку (витрати та об'єми). Встановлено, що значення миттєвих витрат дощового паводку та водопілля близькі. Проте об'єми стоку водопілля суттєво більші.

8. Обґрунтовано значення трансформації стоку ставками. Встановлено, що для гідравлічного розрахунку водоскидних споруд за розрахункову витрату максимального стоку 5%-вої забезпеченості прийнято: для 5 створів – витрата водопілля, для 9 створів – витрата дощового паводку.

7. Виконаний огляд характеристик водних об'єктів на водозборі річки. Всього на досліджуваній частині водозбору 35 водних об'єктів створених греблями. Вивчені їх кількісні характеристики: площа водного дзеркала, повний об'єм, регулюючий об'єм. Встановлено що ставками заакумульовано при НПГ об'єм 7,32 млн.м<sup>3</sup>, що майже вдвічі перевищує норму стоку і **в 6 разів!** вимоги Водного Кодексу України щодо допустимого ступеня зарегулювання стоку. Площа водного дзеркала при НПГ становить 302 га (це 1,5% площі досліджуваного водозбору ).

8. Проведений аналіз стану водоскидних ГТС в замикаючих створах виділених водозборів шляхом аналізу даних РОВР та за допомогою картографічних сервісів. З 35 водоскидів в незадовільному стані знаходиться 5.

9. Гідравлічним розрахунком встановлена пропускна здатність водоскидів за умови формування допустимого форсованого горизонту (ФПГ) і відповідного регулюючого об'єму. Розрахунками встановлено:

- Дощовий паводок (водопілля) 5%-вої забезпеченості нормативно буде пропущений тільки 6-ма водоскидами з виділених 14 створів. Пропуск витрати 1%-вої забезпеченості буде ускладнений на всіх водоскидах
- Водоскиди на перемичках через річку, які збудовані без проектів, представлені водопереливними трубами малого діаметру, як правило засмічені, і не спроможні до пропуску навіть середніх максимальних витрат. Пропуск нормативної витрати 5%-вої забезпеченості призведе до переливу води через гребінь греблі.

Встановлено, що всі водоскиди не придатні для пропуску перевірочних витрат максимального стоку паводку чи водопілля (для ГТС класу наслідків (відповідальності) СС1 ця витрата за нормами дорівнює 1%-вої забезпеченості).

10. Розглянуті питання визначення межі прибережних захисний смуг та водоохоронних зон. Встановлено, що в межах населених пунктів повсюдно є порушення законодавства щодо господарювання на землях водного фонду – ведеться активне сільськогосподарське використання земель ПЗС, подекуди до урізу води при побутових рівнях. Встановлено, що для водних об'єктів проектами, які виконані на замовлення орендарів ставків, визначені межі ПЗС на площі 144 га при розрахунковій площі 380 га. Рекомендовані заходи щодо режиму господарської діяльності на прибережних ділянках річки Чаплинка та для водойм.

Вважаємо, 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 інші. URL: [https://uhmi.org.ua/conf/climate\\_changes/presentation\\_pdf/plenary\\_session/Lipinskiy\\_et\\_al.pdf](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. Вже розчистили близько 5 км річки Чаплинка у Петриківському районі – Валентин Резніченко. URL: <https://adm.dp.gov.ua/news/vzhe-rozchistili-blizko-5-km-richki-chaplinka-u-petrikivskomu-rajoni-valentin-reznichenko>
9. Вишневецький В.І. Річки і водойми України. Стан і використання. Київ.: Віпол, 2000. 376 с.
10. Вишневецький П.Ф. Зливи та зливовий стік. Київ, Наукова думка, 1964, 291 с.
11. Водна катастрофа : репортаж до новин 34 каналу. URL: [https://www.youtube.com/watch?v=sA\\_K\\_QSwn3Q](https://www.youtube.com/watch?v=sA_K_QSwn3Q)
12. 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](http://iwpim.com.ua/wp-content/uploads/2015/10/11_03_2015.pdf)
13. 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).

14. Географічна енциклопедія України. В 3 т. / під. ред. О.М.Маринич. – Київ.: Укр. енциклопедія ім. М.П.Бажана, 1989 - 1994.
15. Геологічні та гідрогеологічні умови Дніпропетровської області. URL: [www.geograf.com.ua/library](http://www.geograf.com.ua/library).
16. Гідротехнічні споруди : підручник / за ред. А.Ф. Дмитрієва. Рівне : Вид-во РДТУ, 1999. 326 с.
17. Гідрохімія України: підручник / Л.М. Горєв, В.Г. Пелешенко, В.К. Хільчевський. Київ.: Вища школа, 1995. 307 с.
18. Голян В. А., Сакаль О. В., Третяк Н. А. Упорядкування водоохоронних зон як важлива передумова охорони вод від забруднення нітратами із сільськогосподарських джерел: інституціональне забезпечення та ідентифікація. *Агросвіт* № 23, 2015. С.3-12. URL: [http://www.agrosvit.info/pdf/23\\_2015/2.pdf](http://www.agrosvit.info/pdf/23_2015/2.pdf)
19. Горб А.С. Клімат Дніпропетровської області: моногр. Дніпро : Вид-во ДНУ, 2006. 204 с.
20. Ґрунти Дніпропетровської області : довідник. Дніпропетровськ: Промінь, 1969. 84с.
21. ДБН А 2.2-1-2003. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. Київ : Держбуд України, 2004. 24 с. (введені в дію з 01.04.2004 р.).
22. ДБН 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](https://dnaop.com/html/29894/doc-ДБН_В.2.4-3_2010) (звернення 25.09.2018).
23. ДБН В.2.4-8:2014. Визначення розрахункових гідрологічних характеристик. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 102 с.
24. Державний водний кадастр. Багаторічні дані про режим та ресурси поверхневих вод суші. Частина 1. Річки. Том II. Українська РСР.



25. ДСТУ 3008–2015. Державний стандарт України. Структура і правила оформлення. Київ: Держстандарт України, 2015. 37с.
26. ЗВІТ З ОЦІНКИ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ «Відновлення гідрологічного режиму та санітарного стану р. Чаплинка на території Петриківської селищної ради Петриківського району Дніпропетровської області – капітальний ремонт» <https://adm.dp.gov.ua/storage/app/media/uploaded-files/2018326415-ilovepdf-compressed.pdf>
27. Звіти Дніпропетровського облводгоспу з інвентаризації водних об'єктів та земель водного фонду за 2007 р. Дніпропетровськ : Дніпрооблводгосп, 2008 р.
28. Карта ґрунтів України. URL: <https://www.zerno-ua.com/journals/2014/yanvar-2014-god/kartoteka-agrariya-karta-g-runtiv-ukrayini/>
29. Кириенко И.И., Химерик Ю.А. Проектирование и расчет гидротехнических сооружений : уч.пос. Киев: Высшая школа, 1987. 253 с.
30. Клімат України : довідник / за ред. В.М. Ліпінського. Київ : Видавництво Раєвського, 2003. 353 с.
31. Кліматична характеристика Дніпропетровської області. URL: [www.meteorprog.ua/ua/climate/Dnipropetrovsk/](http://www.meteorprog.ua/ua/climate/Dnipropetrovsk/).
32. Красуня Чаплинка: час над нею не владний. URL: [https://www.dnipro.lib.dp.ua/Krasunya\\_Chaplunka\\_chas\\_nad\\_ney\\_ne\\_vladnyu](https://www.dnipro.lib.dp.ua/Krasunya_Chaplunka_chas_nad_ney_ne_vladnyu)
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. Паламарчук М.М., Н.Б.Закорчевна. Водний фонд України: довідниковий посібник. Київ: Шка-Центр, 2001. 329 с.
38. Пасічний Г.В . Фізична та економічна географія Дніпропетровської області. Дніпропетровськ: Вид-во ДДУ, 1992. 188с.
39. Практикум по гидрологии, гидрометрии и регулированию стока// Под. ред. Е.Е. Овчарова. Агропромиздат, 1988. 224 с.
40. Публічна кадастрова карта України. URL: <http://map.land.gov.ua/kadastrova-karta>).
41. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області за 2021 рік. URL: <https://adm.dp.gov.ua/storage/app/media/Pro%20oblast/Ekolohiia/Rehionalna%20dopovid%20ta%20Ekolohichniy%20pasport/Rehionalna%20dopovid%20pro%20stan%20navkolyshnoho%20pryrodnoho%20seredovyschcha%20v%20Dnipr.obl./REGIONALNA%20DOPOVID%20pro%20stan%20navkolyshnoho%20pryrodnoho%20seredovyschcha%20u%202021%20rotsi.pdf>
42. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.6 : Украина и Молдавия : Вып. **2****Ошибка! Источник ссылки не найден.**: Среднее и нижнее Поднепровье / под ред. М.С. Каганера. Гидрометеиздат, 1971. 656 с.
43. Річка Чаплинка на межі зникнення. Петриківський район Дніпропетровщина від 26.10.2021 року після розчищення. URL: [https://www.youtube.com/watch?v=y1JnrmYt4c8&ab\\_channel=%D0%9F%D0%9E%D0%94%D0%9E%D0%91%D0%AA%D0%95%D0%9A%D0%A2%D0%98%D0%92%D0%9E%D0%9C](https://www.youtube.com/watch?v=y1JnrmYt4c8&ab_channel=%D0%9F%D0%9E%D0%94%D0%9E%D0%91%D0%AA%D0%95%D0%9A%D0%A2%D0%98%D0%92%D0%9E%D0%9C)
44. Рубан С.А., Шинкаревський М.А. Гідрогеологічні оцінки та прогнози режиму підземних вод України : монографія. Київ : УкрДГРІ, 2005. 572 с.
45. Справочник по гидравлике / под ред. В.А.Большакова. Київ : Вища школа, 1984. 344 с.

46. Физико-географическое районирование Украинской ССР / под ред. А.М.Маринича. Киев: Издат. Киевского ун-та, 1968. 684 с.
47. Цифрова модель рельєфу USGS [Роздільна здатність : 30 м]. URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/>
48. Чушкіна І., Максимова Н. Регулювання водних відносин при проведенні робіт з розчистки русел річок. DOI [https://doi.org/10.15589/smi2022.1\(16\).08](https://doi.org/10.15589/smi2022.1(16).08) URL: [https://web.archive.org/web/20230104234913id\\_/http://smi.nuos.mk.ua/archive/2022/1/8.pdf](https://web.archive.org/web/20230104234913id_/http://smi.nuos.mk.ua/archive/2022/1/8.pdf)
49. Як на Дніпропетровщині рятують Чаплинку. URL: <https://gorod.dp.ua/news/151744>

## **ДОДАТКИ**

| № створу (№ ставка)  |                     | b1    | b2    | b4           | b5           | b11          | b13         | b15         | b17         | b18         | b26         | b27         | b28         | b32         | b35         |
|--|---------------------|-------|-------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Площа водного дзеркала при НПУ   | га                  | 17,2  | 26,99 | 60,62        | 26,11        | 17,7         | 10,5        | 0,7         | 10          | 2,8         | 17          | 11,1        | 7,9         | 5,14        | 6           |
| Площа басейну $F$ ,  | км <sup>2</sup>     | 210,9 | 70,1  | <b>168,8</b> | <b>152,4</b> | <b>105,7</b> | <b>88,5</b> | <b>42,3</b> | <b>29,9</b> | <b>20,2</b> | <b>34,9</b> | 32,9        | <b>30</b>   | <b>30,9</b> | <b>19,6</b> |
| Довжина водотоку $L$ ,   | км                  | 30    | 5     | <b>27,5</b>  | <b>21</b>    | <b>14,4</b>  | <b>11</b>   | <b>8,5</b>  | <b>8,3</b>  | <b>6,5</b>  | <b>6</b>    | 5,5         | <b>4</b>    | <b>6,5</b>  | <b>2,8</b>  |
| Падіння ріки $H$ ,   | м                   | 41    | 15    | <b>34</b>    | <b>28</b>    | <b>22</b>    | <b>17</b>   | <b>18</b>   | <b>13</b>   | <b>9</b>    | <b>14</b>   | 12          | <b>7</b>    | <b>18</b>   | <b>12</b>   |
| Інтенсивність водовіддачі $a_m$ , (табл.81)  | мм/год              | 7,0   | 7,0   | 7,0          | 7,0          | 7,0          | 7,0         | 7,0         | 7,0         | 7,0         | 7,0         | 7,0         | 7,0         | 7,0         | 7,0         |
| Коефіцієнт форми та шорсткості русла $a$ , (табл. 85)  | км/добу             | 6     | 5     | 6            | 6            | 6            | 5           | 5           | 5           | 5           | 5           | 5           | 5           | 5           | 5           |
| Швидкість добігання хвилі повені $v=aH^{1/3}$  | км/добу             | 20,7  | 12,3  | 19,4         | 18,2         | 16,8         | 12,9        | 13,1        | 11,8        | 10,4        | 12,1        | 11,4        | 9,6         | 13,1        | 11,4        |
| Тривалість добігання хвилі повені $t=L/v$ ,  | дів                 | 1,45  | 0,41  | 1,41         | 1,15         | 0,86         | 0,86        | 0,65        | 0,71        | 0,62        | 0,50        | 0,48        | 0,42        | 0,50        | 0,24        |
| Тривалість водовіддачі від сніготанення $t_c$ , (рис. 49)(рис.45)  | дів                 | 3,60  | 3,60  | 3,60         | 3,60         | 3,60         | 3,60        | 3,60        | 3,60        | 3,60        | 3,60        | 3,60        | 3,60        | 3,60        | 3,60        |
| Співвідношення $n=V/t_c$ ,   |                     | 0,40  | 0,11  | <b>0,39</b>  | <b>0,32</b>  | <b>0,24</b>  | <b>0,24</b> | <b>0,18</b> | <b>0,20</b> | <b>0,17</b> | <b>0,14</b> | <b>0,13</b> | <b>0,12</b> | <b>0,14</b> | <b>0,07</b> |
| Коефіцієнт редуції: $-j=(0,28+0,07n)/(1+2n)$ при $n>1$ ;<br>( $t>t_c$ )  |                     | -     | -     | -            | -            | -            | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           |
| $-j=0,35/(1+2n)$ при $n<1$ ; $t>1$   |                     | 0,194 | -     | <b>0,196</b> | <b>0,213</b> | -            | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           |
| $-j=t_c/(0,92t_c-0,24+(1,94t_c+5,95)t)$ ; при $t<1$  |                     | -     | 0,433 | -            | -            | <b>0,254</b> | <b>0,25</b> | <b>0,31</b> | <b>0,3</b>  | <b>0,32</b> | <b>0,38</b> | <b>0,39</b> | <b>0,42</b> | <b>0,38</b> | <b>0,58</b> |
| Площа лісів в басейні $f_l$ ,  | км <sup>2</sup>     | 0     | 0     | 0            | 0            | 0            | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           |
| Площа боліт в басейні $f_b$ ,  | км <sup>2</sup>     | 3     | 0     | <b>0,63</b>  | <b>0,48</b>  | <b>3</b>     | <b>0,63</b> | <b>0,63</b> | <b>0,63</b> | <b>0,63</b> | <b>0,63</b> | <b>0,63</b> | <b>0,63</b> | <b>0,63</b> | <b>0,63</b> |
| Коефіцієнт складу лісів $a$ ,  |                     | 0,85  | 0,85  | <b>0,85</b>  | <b>0,85</b>  | <b>0,85</b>  | <b>0,85</b> | <b>0,85</b> | <b>0,85</b> | <b>0,85</b> | <b>0,85</b> | <b>0,85</b> | <b>0,85</b> | <b>0,85</b> | <b>0,85</b> |
| Коефіцієнт підвищення часу водовіддачі за рахунок залісненості та заболоченості $m=1+af_l/F+f_b/F$               |                     | 1,01  | 1,00  | <b>1,00</b>  | <b>1,00</b>  | <b>1,03</b>  | <b>1,01</b> | <b>1,01</b> | <b>1,02</b> | <b>1,03</b> | <b>1,02</b> | <b>1,02</b> | <b>1,02</b> | <b>1,02</b> | <b>1,03</b> |
| Умовний час початку віддачі стоку: - у витoku ріки $T_u$ , (рис. 50)   | дів                 | 2,8   | 2,8   | 2,8          | 2,8          | 2,8          | 2,8         | 2,8         | 2,8         | 2,8         | 2,8         | 2,8         | 2,8         | 2,8         | 2,8         |
| - в розрахунковому створі ріки $T_c$ , (рис. 50)   | дів                 | 2,7   | 2,7   | 2,7          | 2,7          | 2,7          | 2,7         | 2,7         | 2,7         | 2,7         | 2,7         | 2,7         | 2,7         | 2,7         | 2,7         |
| Тривалість неодночасності віддачі стоку $t_H=T_u-T_c$ ,  | дів                 | 0,1   | 0,1   | <b>0,1</b>   | <b>0,1</b>   | <b>0,10</b>  | <b>0,1</b>  | <b>0,1</b>  | <b>0,1</b>  | <b>0,1</b>  | <b>0,1</b>  | <b>0,1</b>  | <b>0,1</b>  | <b>0,1</b>  | <b>0,1</b>  |
| Коефіцієнт, що враховує вплив залісненості, заболоченості і неодночасності сніготанення $r=(t_c+t)/(mt_c+t+t_H)$ |                     | 0,97  | 0,98  | <b>0,98</b>  | <b>0,98</b>  | <b>0,96</b>  | <b>0,97</b> | <b>0,97</b> | <b>0,96</b> | <b>0,95</b> | <b>0,96</b> | <b>0,96</b> | <b>0,96</b> | <b>0,96</b> | <b>0,95</b> |
| Регулюючий об'єм водосховища $W_1$ ,   | млн. м <sup>3</sup> | 0,0   | 0,0   | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         |

Рисунок А.1- Розрахунки максимальних витрат весняної повені для часткових водозборів р. Чаплинка\* (авторська програма керівника кваліфікаційної роботи)

| № створу (№ ставка)  |                        | b1    | b2          | b4           | b5           | b11          | b13         | b15         | b17         | b18         | b26         | b27         | b28         | b32         | b35         |
|--|------------------------|-------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Водозбірна площа водосховища $f_1$ ,   | км <sup>2</sup>        | 210,9 | 70,1        | 168,8        | 152,4        | 105,7        | 88,5        | 42,3        | 29,9        | 20,2        | 34,9        | 32,9        | 30          | 30,9        | 19,6        |
| Об'єм стоку з площі басейну водосховища $S_1=0,001h_{p1\%}f_1$ ,                                     | млн. м <sup>3</sup>    | 23,2  | 7,7         | <b>18,6</b>  | <b>16,8</b>  | <b>11,6</b>  | <b>9,7</b>  | <b>4,7</b>  | <b>3,3</b>  | <b>2,2</b>  | <b>3,8</b>  | <b>3,6</b>  | <b>3,3</b>  | <b>3,4</b>  | <b>2,2</b>  |
| Коефіцієнт, що враховує зарегулювання витрати водосховищем,<br>$r_1=1-(W_1/S_1)[1-(1-f_1/F)^{0,75}]$ |                        | 1,00  | <b>1,00</b> | <b>1,00</b>  | <b>1,00</b>  | <b>1,00</b>  | <b>1,00</b> | <b>1,00</b> | <b>1,00</b> | <b>1,00</b> | <b>1,00</b> | <b>1,00</b> | <b>1,00</b> | <b>1,00</b> | <b>1,00</b> |
| Регулюючий об'єм водосховища $W_2$ ,   | млн. м <sup>3</sup>    | 3,3   | 0,3         | <b>2,8</b>   | <b>2,1</b>   | <b>1,61</b>  | <b>1,44</b> | <b>0,39</b> | <b>0,2</b>  | <b>0,1</b>  | <b>0,37</b> | <b>0,2</b>  | <b>0,08</b> | <b>0,1</b>  | <b>0,07</b> |
| Водозбірна площа водосховища $f_2$ ,   | км <sup>2</sup>        | 210,9 | 70,1        | 168,8        | 152,4        | 105,7        | 88,5        | 42,3        | 29,9        | 20,2        | 34,9        | 32,9        | 30          | 30,9        | 19,6        |
| Об'єм стоку з площі басейну водосховища $S_2=0,001h_{p2\%}f_2$ ,                                     | млн. м <sup>3</sup>    | 23,20 | 7,71        | <b>18,57</b> | <b>16,76</b> | <b>11,63</b> | <b>9,74</b> | <b>4,65</b> | <b>3,29</b> | <b>2,22</b> | <b>3,84</b> | <b>3,62</b> | <b>3,3</b>  | <b>3,4</b>  | <b>2,16</b> |
| Коефіцієнт, що враховує зарегулювання витрати водосховищем,<br>$r_2=1-(W_2/S_2)[1-(1-f_2/F)^{0,75}]$ |                        | 0,86  | 0,96        | 0,85         | 0,87         | 0,86         | 0,85        | 0,92        | 0,94        | 0,95        | 0,90        | 0,94        | 0,98        | 0,97        | 0,97        |
| Сумарний коефіцієнт зарегулювання водосховищами, $r=r_1r_2$  |                        | 0,86  | 0,96        | <b>0,85</b>  | <b>0,87</b>  | <b>0,86</b>  | <b>0,85</b> | <b>0,92</b> | <b>0,94</b> | <b>0,95</b> | <b>0,90</b> | <b>0,94</b> | <b>0,98</b> | <b>0,97</b> | <b>0,97</b> |
| Максимальна витрата $Q_{1\%}=0,28a_{mj}Fr_{r1}$ , 1%   | м <sup>3</sup> /с      | 66,7  | 55,8        | <b>53,8</b>  | <b>54,5</b>  | <b>43,4</b>  | <b>36,6</b> | <b>23,0</b> | <b>15,6</b> | <b>11,6</b> | <b>22,5</b> | <b>22,7</b> | <b>23,3</b> | <b>21,4</b> | <b>20,3</b> |
| Забезпеченість, Р, %/модульний коефіцієнт, l,  | 3%                     | 0,75  | 50,05       | 41,83        | 40,4         | 40,9         | 32,6        | 27,5        | 17,3        | 11,7        | 8,7         | 16,9        | 17,0        | 17,5        | 16,0        |
|  | 5%                     | 0,64  | 42,71       | 35,69        | 34,5         | 34,9         | 27,8        | 23,4        | 14,7        | 10,0        | 7,4         | 14,4        | 14,5        | 14,9        | 13,7        |
|  | 10%                    | 0,47  | 31,36       | 26,21        | 25,3         | 25,6         | 20,4        | 17,2        | 10,8        | 7,3         | 5,5         | 10,6        | 10,7        | 11,0        | 10,1        |
|  | 25%                    | 0,25  | 16,68       | 13,94        | 13,5         | 13,6         | 10,9        | 9,2         | 5,8         | 3,9         | 2,9         | 5,6         | 5,7         | 5,8         | 5,3         |
|  | 0,5 %                  | 1,19  | 79,41       | 66,37        | <b>64,1</b>  | <b>64,8</b>  | <b>51,7</b> | <b>43,6</b> | <b>27,4</b> | <b>18,6</b> | <b>13,8</b> | <b>26,8</b> | <b>27,0</b> | <b>27,8</b> | <b>25,5</b> |
| <b>Максимальна середньодобова витрата <math>Q_{\%}</math> 5%</b>                                     | <b>м<sup>3</sup>/с</b> | 25,94 | 12,01       | 20,04        | 19,94        | 15,27        | 12,29       | 6,88        | 4,43        | 3,12        | 6,58        | 6,58        | 6,69        | 6,17        | 5,50        |
| <b>Максимальна середньодобова трансформована витрата <math>Q_{\%}</math> 5%</b>                      | <b>м<sup>3</sup>/с</b> | 19,68 | 11,21       | 14,92        | 15,70        | 11,69        | 9,21        | 5,91        | 3,97        | 2,89        | 5,50        | 5,97        | 6,42        | 5,86        | 5,20        |
| Шар стоку повені 1 % забезпеченості $h_{p1\%}$ , (рис.48)  | мм                     | 110   | 110         | 110          | 110          | 110          | 110         | 110         | 110         | 110         | 110         | 110         | 110         | 110         | 110         |
| Об'єм стоку повені $W_{1\%}=0,001h_{p1\%}F$ , 1%   | млн. м <sup>3</sup>    | 23,20 | 7,71        | <b>18,6</b>  | <b>16,8</b>  | <b>11,6</b>  | <b>9,7</b>  | <b>4,7</b>  | <b>3,3</b>  | <b>2,2</b>  | <b>3,8</b>  | <b>3,6</b>  | <b>3,3</b>  | <b>3,4</b>  | <b>2,2</b>  |
| Забезпеченість, Р, %/модульний коефіцієнт, l,  | 3%                     | 0,73  | 16,94       | 5,63         | 13,6         | 12,2         | 8,5         | 7,1         | 3,4         | 2,4         | 1,6         | 2,8         | 2,6         | 2,4         | 1,6         |
|  | табл.77 5%             | 0,59  | 13,69       | 4,55         | 11,0         | 9,9          | 6,9         | 5,7         | 2,7         | 1,9         | 1,3         | 2,3         | 2,1         | 1,9         | 1,3         |
|  | 10%                    | 0,37  | 8,58        | 2,85         | 6,9          | 6,2          | 4,3         | 3,6         | 1,7         | 1,2         | 0,8         | 1,4         | 1,3         | 1,2         | 0,8         |
|  | 25%                    | 0,16  | 3,71        | 1,23         | 3,0          | 2,7          | 1,9         | 1,6         | 0,7         | 0,5         | 0,4         | 0,6         | 0,6         | 0,5         | 0,3         |
|  | 0,5 %                  | 1,18  | 27,37       | 9,10         | 21,9         | 19,8         | 13,7        | 11,5        | 5,5         | 3,9         | 2,6         | 4,5         | 4,3         | 3,9         | 2,5         |

\* - жовтим кольором виділені вихідні дані, які визначені з довідникових джерел та на основі моделювання часткових водозборів в QGIS.

Продовження рисунок А.1- Розрахунки максимальних витрат весняної повені для часткових водозборів р. Чаплинка\*  
(авторська програма керівника кваліфікаційної роботи)

| Найменування показників   | b1               |      | b2    |       | b4    |       | b5    |       | b11  |       | b13  |       | b15  |       | b17  |       | b18  |       | b26  |       | b27  |       | b28  |       | b32  |       | b35  |       |      |      |
|---|------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|------|
|   | 1-ше             | 2-ге | 1-ше  | 2-ге  | 1-ше  | 2-ге  | 1-ше  | 2-ге  | 1-ше | 2-ге  | 1-ше | 2-ге  | 1-ше | 2-ге  | 1-ше | 2-ге  | 1-ше | 2-ге  | 1-ше | 2-ге  | 1-ше | 2-ге  | 1-ше | 2-ге  | 1-ше | 2-ге  | 1-ше | 2-ге  |      |      |
| № наближення  |                  |      |       |       |       |       |       |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |      |
| Площа басейну $F$ ,   | $км^2$           |      | 210,9 | 70,1  | 168,8 | 152,4 | 105,7 | 88,5  | 42,3 | 29,9  | 20,2 | 34,9  | 32,9 | 30    | 30,9 | 19,6  |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |      |
| Довжина водотоку $L$ ,  | $км$             |      | 30,0  | 9,0   | 27,5  | 21,0  | 14,4  | 11,0  | 8,5  | 8,3   | 6,5  | 6,0   | 5,5  | 4,0   | 6,5  | 2,8   |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |      |
| Падіння ріки $H$ ,  | $м$              |      | 41    | 15    | 34    | 28    | 22    | 17    | 18   | 13    | 9    | 14    | 12   | 7     | 18   | 12    |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |      |
| відмітка витоку   | $м$              |      | 111   | 108   | 111   | 111   | 111   | 111   | 112  | 111   | 111  | 112   | 112  | 112   | 110  | 108   |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |      |
| відмітка горизонту води в розрахунковому створі   | $м$              |      | 70    | 93    | 77    | 83    | 89    | 94    | 94   | 98    | 102  | 98    | 100  | 105   | 92   | 96    |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |      |
| середньозважений похил річки, $i_B$   | проміл<br>ле     |      | 1,37  | 1,67  | 1,24  | 1,33  | 1,53  | 1,55  | 2,12 | 1,57  | 1,38 | 2,33  | 2,18 | 1,75  | 2,77 | 4,29  |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |      |
| Витрата 1%-ої забезпеченості за аналогом (табл. 87-табл.100-Днепр, за площею)                           | $м3/сек$         |      | 13,2  | 13,2  | 13,2  | 13,2  | 13,2  | 13,2  | 13,2 | 13,2  | 13,2 | 13,2  | 13,2 | 13,2  | 13,2 | 13,2  |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |      |
| Розрахована (ф-ла 41) витрата 1%-ої забезпеченості для розрахункового створу: перше та друге наближення |                  |      | 54,3  | 65,3  | 70,9  | 90,9  | 45,7  | 51,3  | 59,6 | 72,1  | 53,3 | 64,8  | 53,5 | 64,7  | 34,5 | 41,2  | 25,2 | 26,4  | 21,2 | 20,9  | 42,8 | 53,0  | 46,5 | 57,1  | 54,3 | 63,9  | 40,3 | 51,5  | 42,9 | 65,2 |
| Максимальна водовіддача дощового стоку 1%-ої забезпеченості $hm$ (рис.69(59)-з карти)                   | $мм/10$<br>$хв$  |      | 4,5   | 4,5   | 4,5   | 4,5   | 4,5   | 4,5   | 4,5  | 4,5   | 4,5  | 4,5   | 4,5  | 4,5   | 4,5  | 4,5   |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |      |
| Швидкість добігання піку паводку по довжині річки (за аналогом) (табл.103(90))                          | $км/доб$<br>$у$  |      | 32    | 32    | 32    | 32    | 32    | 32    | 32   | 32    | 32   | 32    | 32   | 32    | 32   | 32    |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |      |
| Швидкість добігання піку паводку по довжині річки розрахована (ф-ла 44)                                 | $км/доб$<br>$бу$ |      |       | 39,16 |       | 44,71 |       | 36,28 |      | 39,75 |      | 40,45 |      | 40,65 |      | 40,45 |      | 33,83 |      | 31,09 |      | 44,09 |      | 44,02 |      | 42,51 |      | 45,99 |      | 54   |
| - тривалість водовіддачі макс. Зливогого стоку $t_c$  | $год$            |      | 2,0   | 2,0   | 2,0   | 2,0   | 2,0   | 2,0   | 2,0  | 2,0   | 2,0  | 2,0   | 2,0  | 2,0   | 2,0  | 2,0   |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |      |
| - співвідношення $n1=c/tc$ ; $t_c=2 год$  |                  |      | 11,25 | 9,19  | 3,38  | 2,42  | 10,31 | 9,10  | 7,88 | 6,34  | 5,40 | 4,27  | 4,13 | 3,25  | 3,19 | 2,52  | 3,11 | 2,94  | 2,44 | 2,51  | 2,25 | 1,63  | 2,06 | 1,50  | 1,50 | 1,13  | 2,44 | 1,70  | 1,05 | 0,62 |

Рисунок А.2 - Розрахунки максимальних витрат та об'ємів стоку дощового паводку в басейні річки Чаплинка (авторська програма керівника кваліфікаційної роботи)

| Найменування показників  |                 | b1    | b2    | b4    | b5    | b11   | b13   | b15   | b17   | b18   | b26   | b27   | b28   | b32   | b35   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| № наближення   |                 | 1-ше  | 2-ге  | 1-ше  | 2-ге  | 1-ше  | 2-ге  | 1-ше  | 2-ге  | 1-ше  | 2-ге  | 1-ше  | 2-ге  | 1-ше  | 2-ге  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| - Тривалість добігання хвилі повені $\tau=24L/v$ , (ф-ла 43)   | годин           | 22,50 | 18,39 | 6,75  | 4,83  | 20,63 | 18,19 | 15,75 | 12,68 | 10,80 | 8,54  | 8,25  | 6,49  | 6,38  | 5,04  | 6,23  | 5,89  | 4,88  | 5,02  | 4,50  | 3,27  | 4,13  | 3,00  | 2,26  | 4,88  | 3,39  | 2,10  | 1,24  |       |
| Коефіцієнт редукції: - $\varphi=(2,26)/(1+6,3n1)$ при $n<1$ ; - $\varphi=0,626/(1+1,02n1)$ при $n>1$ ; |                 | 0,050 | 0,060 | 0,141 | 0,181 | 0,054 | 0,061 | 0,069 | 0,084 | 0,096 | 0,117 | 0,120 | 0,145 | 0,147 | 0,175 | 0,150 | 0,156 | 0,180 | 0,176 | 0,190 | 0,235 | 0,202 | 0,248 | 0,247 | 0,291 | 0,180 | 0,229 | 0,302 | 0,459 |
| Площа лісів в басейні $f_l$ ,  | км <sup>2</sup> | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Площа боліт та заболочених заплав в басейні $f_b$ ,  | км <sup>2</sup> | 1,1   | 0,05  | 0,9   | 0,8   | 0,7   | 0,63  | 0,5   | 0,4   | 0,25  | 0,17  | 0,1   | 0,06  | 0,04  | 0,05  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Коефіцієнт складу лісів $\alpha$ ,   |                 | 0,85  | 0,85  | 0,85  | 0,85  | 0,85  | 0,85  | 0,85  | 0,85  | 0,85  | 0,85  | 0,85  | 0,85  | 0,85  | 0,85  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Коефіцієнт, що враховує вплив залісненості, заболоченості $n$ (ф-ла 47)                                |                 | 1,000 | 1     | 1,000 | 1     | 1,000 | 1     | 0,999 | 1     | 0,999 | 1     | 0,999 | 1     | 0,999 | 1     | 0,999 | 1     | 0,999 | 1     | 0,999 | 1     | 0,999 | 1     | 0,999 | 1     | 0,999 | 1     | 0,999 | 1     |
| - Коефіцієнт $m$ (ф-ла 48)   |                 | 1,005 | 1     | 1,001 | 1     | 1,005 | 1     | 1,005 | 1,007 | 1,007 | 1     | 1,012 | 1,013 | 1,012 | 1     | 1,005 | 1,003 | 1     | 1,005 | 1     | 1,003 | 1     | 1,002 | 1,002 | 1     | 1,001 | 1     | 1,003 | 1     |
| Шар дощового стоку 1-ої забезпеченості при $F<60$ км <sup>2</sup> (ф-ла 54)                            |                 | 32,9  | 32,9  | 48,2  | 48,2  | 31,6  | 31,6  | 35,4  | 35,4  | 33,4  | 33,4  | 32,0  | 32,0  | 41,6  | 41,6  | 45,0  | 45,0  | 47,3  | 47,3  | 39,7  | 39,7  | 45,8  | 45,8  | 50,4  | 50,4  | 49,6  | 49,6  | 49,2  | 49,2  |
| Шар дощового стоку 1-ої забезпеченості при $F>60$ км <sup>2</sup> (ф-ла 56)                            |                 | 25,8  | 25,8  | 47,2  | 47,2  | 26,0  | 26,0  | 29,7  | 30,2  | 30,2  | 29,9  | 29,9  | 45,0  | 45,0  | 52,2  | 52,2  | 59,4  | 59,4  | 44,7  | 44,7  | 52,2  | 52,2  | 58,5  | 58,5  | 57,3  | 57,3  | 62,2  | 62,2  |       |
| Складові шару стоку: $\beta$   |                 | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |
| $\varphi_1$  |                 | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |
| - сумарна площа ставків та водосховищ (QGIS)   | га              | 330   | 30    | 280   | 210   | 161   | 144   | 39    | 20    | 10    | 37    | 20    | 8     | 10    | 7     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Висота регулюючого шару в ставках $H$ , (Прийнятий 50% форсованого напору)                             | м               | 0,5   | 0,5   | 0,5   | 0,5   | 0,5   | 0,5   | 0,5   | 0,5   | 0,5   | 0,5   | 0,5   | 0,5   | 0,5   | 0,5   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |

Продовження рисунка А.2 - Розрахунки максимальних витрат та об'ємів стоку дощового паводку в басейні річки Чаплинка (авторська програма керівника кваліфікаційної роботи)



| Найменування показників   |     | b1                  | b2            | b4            | b5            | b11           | b13           | b15           | b17           | b18           | b26           | b27           | b28           | b32           | b35           |       |
|---|-----|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------|
|   |     | 1-ше<br>2--ге       | 1-ше<br>2--ге | 1-ше<br>2--ге | 1-ше<br>2--ге | 1-ше<br>2--ге | 1-ше<br>2--ге | 1-ше<br>2--ге | 1-ше<br>2--ге | 1-ше<br>2--ге | 1-ше<br>2--ге | 1-ше<br>2--ге | 1-ше<br>2--ге | 1-ше<br>2--ге | 1-ше<br>2--ге |       |
| № наближення  |     |                     |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |       |
| Співвідношення площі широкої заболоченої заплави до площі водозбору (QGIS)                        |     | %                   | 0,522         | 0,071         | 0,533         | 0,525         | 0,662         | 0,712         | 1,182         | 1,338         | 1,238         | 0,487         | 0,304         | 0,200         | 0,129         | 0,255 |
| Коеф. г, для врахування регулюючого впливу ставків та водосховищ (ф-ла 49)                        |     |                     | 0,697         | 0,955         | 0,681         | 0,768         | 0,748         | 0,728         | 0,889         | 0,926         | 0,948         | 0,866         | 0,934         | 0,974         | 0,967         | 0,964 |
| Коеф. г1, для врахування регулюючого впливу заболоченої заплави (ф-ла 52)                         |     |                     | 0,980         | 1,000         | 0,975         | 0,978         | 0,934         | 0,920         | 0,832         | 0,811         | 0,824         | 0,993         | 1,000         | 1,000         | 1,000         | 1,000 |
| Регулюючий об'єм водосховища $W_1$ , (рекомендовано приймати половину можливого шару спрацювання) |     | млн. м <sup>3</sup> | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00  |
| Регулюючий об'єм водосховища $W_2$ ,  |     | млн. м <sup>3</sup> | 3,3           | 0,3           | 2,8           | 2,1           | 1,61          | 1,44          | 0,39          | 0,2           | 0,1           | 0,37          | 0,2           | 0,08          | 0,1           | 0,07  |
| Водозбірна площа водосховища до розрахункового створу F,  |     | км <sup>2</sup>     | 210,9         | 70,1          | 168,8         | 152,4         | 105,7         | 88,5          | 42,3          | 29,9          | 20,2          | 34,9          | 32,9          | 30,0          | 30,9          | 19,6  |
| Попередньо прийнятий Шар стоку 1%-ої (табл.100(87) для аналога)                                   |     | мм                  | 20,0          | 20,0          | 20,0          | 20,0          | 20,0          | 20,0          | 20,0          | 20,0          | 20,0          | 20,0          | 20,0          | 20,0          | 20,0          | 20,0  |
| Коефіцієнт, що враховує зарегулювання витрати водосховищами та ставками, г2,                      |     |                     | 0,609         | 0,893         | 0,585         | 0,656         | 0,619         | 0,593         | 0,770         | 0,833         | 0,876         | 0,735         | 0,848         | 0,933         | 0,919         | 0,911 |
| Максимальна миттєва витрата $Q_{1\%}$   | 1%  | м <sup>3</sup> /с   | 65,3          | 90,9          | 51,3          | 72,1          | 64,8          | 64,7          | 41,2          | 26,4          | 20,9          | 53,0          | 57,1          | 63,9          | 51,5          | 65,2  |
| Забезпеченість, P, %/модульний коефіцієнт, λ, (табл.93)   | 3%  | 0,70                | 45,7          | 63,6          | 35,9          | 50,5          | 45,4          | 45,3          | 28,8          | 18,5          | 14,6          | 37,1          | 40,0          | 44,7          | 36,1          | 45,6  |
|   | 5%  | 0,60                | 39,2          | 54,5          | 30,8          | 43,3          | 38,9          | 38,8          | 24,7          | 15,8          | 12,5          | 31,8          | 34,3          | 38,3          | 30,9          | 39,1  |
|   | 10% | 0,43                | 28,1          | 39,1          | 22,1          | 31,0          | 27,9          | 27,8          | 17,7          | 11,3          | 9,0           | 22,8          | 24,6          | 27,5          | 22,1          | 28,0  |

Продовження рисунка А.2 - Розрахунки максимальних витрат та об'ємів стоку дощового паводку в басейні річки Чаплинка (авторська програма керівника кваліфікаційної роботи)

| Найменування показників   |          | b1         |       | b2        |       | b4    |       | b5    |       | b11  |       | b13   |       | b15   |       | b17   |       | b18  |       | b26  |       | b27  |       | b28  |       | b32  |       | b35  |       |
|---|----------|------------|-------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
|   |          | 1-ше       | 2--ге | 1-ше      | 2--ге | 1-ше  | 2--ге | 1-ше  | 2--ге | 1-ше | 2--ге | 1-ше  | 2--ге | 1-ше  | 2--ге | 1-ше  | 2--ге | 1-ше | 2--ге | 1-ше | 2--ге | 1-ше | 2--ге | 1-ше | 2--ге | 1-ше | 2--ге | 1-ше | 2--ге |
| № наближення  |          |            |       |           |       |       |       |       |       |      |       |       |       |       |       |       |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |
|   | 25<br>%  | 0,25       | 16,3  | 22,7      | 12,8  | 18,0  | 16,2  | 16,2  | 10,3  | 6,6  | 5,2   | 13,2  | 14,3  | 16,0  | 12,9  | 16,3  |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |
|   | 0,5<br>% | 1,17       | 76,4  | 106,<br>3 | 60,0  | 84,4  | 75,8  | 75,7  | 48,2  | 30,9 | 24,4  | 62,0  | 66,8  | 74,7  | 60,3  | 76,3  |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |
| Максимальна середньодобова витрата $Q_{1\%}$  | 5%       | $m^3/c$    | 23,64 | 27,57     | 17,92 | 24,79 | 20,99 | 20,38 | 11,52 | 6,98 | 5,18  | 14,36 | 15,34 | 16,89 | 13,69 | 16,11 |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |
| Максимальна середньодобова трансформована витрата $Q_{1\%}$                         | 5%       | $m^3/c$    | 4,9   | 23,5      | 2,2   | 8,7   | 5,1   | 3,1   | 7,3   | 5,2  | 4,3   | 8,0   | 11,9  | 15,4  | 12,2  | 14,2  |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |
| Шар стоку дощового паводку 1 % забезпеченості $h_{p1\%}$ ,                          |          | $mm$       | 25,8  | 47,2      | 26,0  | 29,7  | 30,2  | 29,9  | 41,6  | 45,0 | 47,3  | 39,7  | 45,8  | 50,4  | 49,6  | 49,2  |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |
| Об'єм стоку повені $W_{1\%}=12000hmF\beta_{1\phi_1}\lambda_{1\Gamma_2}$ , (ф-ла 55) | 1%       | $млн. м^3$ | 6,9   | 3,4       | 5,3   | 5,4   | 3,5   | 2,8   | 1,8   | 1,3  | 1,0   | 1,4   | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,0   |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |
| Забезпеченість, P, %/модульний коефіцієнт, $\lambda$ ,                              | 3%       | 0,7        | 4,9   | 2,4       | 3,7   | 3,8   | 2,5   | 2,0   | 1,2   | 0,9  | 0,7   | 1,0   | 1,1   | 1,1   | 1,1   | 0,7   |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |
|   | 5%       | 0,60       | 4,2   | 2,0       | 3,2   | 3,2   | 2,1   | 1,7   | 1,1   | 0,8  | 0,6   | 0,8   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,6   |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |
|   | 10<br>%  | 0,43       | 3,0   | 1,5       | 2,3   | 2,3   | 1,5   | 1,2   | 0,8   | 0,6  | 0,4   | 0,6   | 0,6   | 0,7   | 0,7   | 0,4   |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |
|   | 25<br>%  | 0,25       | 1,7   | 0,8       | 1,3   | 1,3   | 0,9   | 0,7   | 0,4   | 0,3  | 0,2   | 0,3   | 0,4   | 0,4   | 0,4   | 0,2   |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |
|   | 0,5<br>% | 1,17       | 8,1   | 4,0       | 6,2   | 6,3   | 4,1   | 3,3   | 2,1   | 1,6  | 1,1   | 1,6   | 1,8   | 1,8   | 1,8   | 1,1   |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |

Закінчення рисунка А.2 - Розрахунки максимальних витрат та об'ємів стоку дощового паводку в басейні річки Чаплинка  
(авторська програма керівника кваліфікаційної роботи)

